Das biomechanische (neo-vitalistische) Denken in der Medizin und in der Biologie.

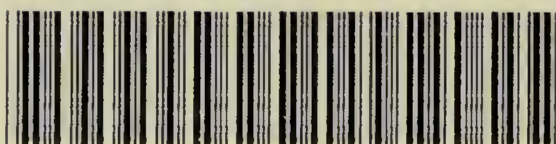
Von

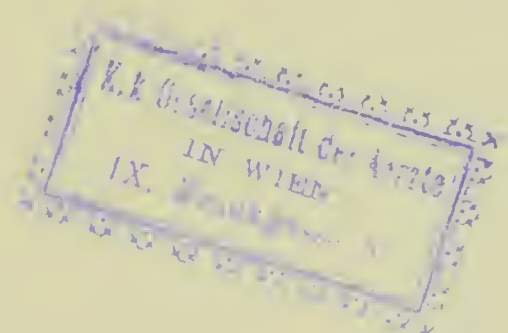
Professor Dr. Moriz Benedikt.





Verlag von Gustav Fischer in Jena.
1903.

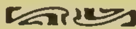


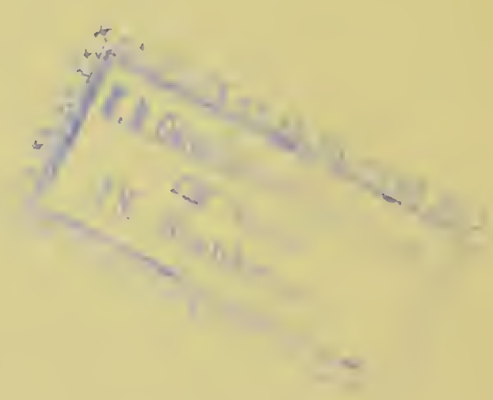

IN WIEN

Das biomechanische (neo-vitalistische) Denken in der Medizin und in der Biologie.

Von

Professor Dr. Moriz Benedikt.







Verlag von Gustav Fischer in Jena.
1903.

9.50



Der

Académie de Médecine in Paris

und der

Academia Reale di Medicina in Rom

gewidmet von ihrem

correspondierendem Mitgliede.

Inhalt.

		Seite
Einleitung		1
I.	Die Biomechanik des Zellenlebens	8
II.	Die Fernwirkung der Zellen	11
IIa.	Die Fernwirkung mittelst des Saftstromes	11
IIb.	Die Fernwirkung mit Hilfe des Nervensystems	17
IIc.	Die Nervenfernwirkung in der Biomechanik des Wachstums	25
III.	Die Trophoneurosen	26
IV.	Die krankhafte Fernwirkung innerhalb des Centralnervensystems	28
V.	Die Neuronenfrage	30
VI.	Einige allgemeine biomechanische Gesetze	32
	a) Das Grundgesetz der Lebensäusserungen	32
	b) Das biomechanische Minimalgesetz	34
	c) Das biomechanische Luxusgesetz	34
VII.	Biomechanik des Wachstums	36
VIII.	Die Biomechanik des Blutstroms	41
IX.	Die Biomechanik der Fortpflanzung	52

Einleitung.

Es wird oft der Gegensatz zwischen sogenannten „Geisteswissenschaften", die sich wesentlich mit begrifflichem Denken beschäftigen und den „Erfahrungswissenschaften", zu denen man die Naturwissenschaften zählt, aufgestellt. Diese Gegenüberstellung ist jedoch eine widersinnige, die darauf beruht, dass vielen Geisteswissenschaftlern die tiefere Erkenntnis des Werdegangs der wissenschaftlichen Entwickelung fehlt. Als reine Geisteswissenschaft wird oft z. B. die Rechtslehre aufgestellt. Aber auch die Rechtswissenschaft ist aus dem vollen Leben emporgewachsen. Die Interessenkonflikte gaben und geben den ersten Anstoss zu ihrer Entstehung. Diese werden durch sittliches Empfinden — am besten Unbeteiligter — gelöst.

Aus diesen Entscheidungen entstanden Rechtsgrundsätze und Rechtsgesetze und auf diesen ist die Rechtswissenschaft aufgebaut. Sie kann sich durch begriffliches Denken fortbilden, aber sobald die innige Berührung mit den genannten Elementen des Aufbaues verloren ging, gähnte neben der Bahn des Fortschrittes der Abgrund der Scholastik und Sophistik. Nur auf der Basis der Denkverirrung konnten Sätze wie „Summum jus, summa injuria" oder „Fiat justitia, pereat mundus" entstehen. Wir sehen heute die führende deutsche Rechtswissenschaft an der Neige der zwei Jahrhunderte auf den Ursprung zurückkehren. Sie hat wieder die Bedürfnisse und Konflikte des Lebens als die Urquellen der Gesetzesveranlassungen erkannt, sie hat das Gewissen wieder in sein Recht eingesetzt. Die Erkenntnis des Menschen mit seinen sozialen Daseinsbedingungen aber wurde andererseits die wichtige Grundlage der Kriminalistik und wir Aerzte als Kriminal-Anthropologen haben das scholastische Spiel mit Paragraphen und Definitionen gründlich gestört. So wie also die sogenannten Geisteswissenschaften auch Erfahrungswissenschaften sind, so sind die Naturwissenschaften nicht blos als Erfahrungs-, sondern auch als Geisteswissenschaften anzusehen.

Sie müssen grosse, durch Beobachtung und Versuch gewonnene Erfahrungsreihen zu immer höheren Erkenntnissätzen ordnen und sie kommen dann auf der Höhe der begrifflich arbeitenden Wissenschaften an. Milliarden Aepfel fielen vom Baume der Erfahrung, bis einer auf den Boden geistiger schöpferischer Kraft fiel und die Gesetze der Schwere zeugte. Noch Millionen Früchte mussten vom Baume fallen, damit diese Gesetze nicht als ein genialer Einfall von Newton gedeutet werden konnten, sondern die fortwährende Erfahrung sie zu einer unumstösslichen Wahrheit stempelte.

Auch die Biologie und die Medizin sind nicht bloss Erfahrungs-, sondern auch Geisteswissenschaften, welche durch begriffliches Denken die gesammelten Beobachtungen, Erfahrungen, Versuche und die einzelnen Erkenntnissätze zu allgemeinen Erkenntnissen und zu einer allgemeinen Erkenntnislehre zu ordnen haben.

Diesem symphonischen Zusammenfassen der gesamten Kenntnisse zu einer allgemeinen Erkenntnislehre war in der Medizin von jeher eine Disciplin geweiht, nämlich die allgemeine Pathologie und ihre Aufgaben zu lösen, ist eigentlich nicht die eines bestimmten Fachmanns, sondern aller ausgereiften Pathologen und das Lehren derselben wäre eigentlich eine Ehrenaufgabe aller hervorragenden Meister, welche das Feld der besonderen Untersuchungen aufzugeben und sich den allgemeinsten Aufgaben hinzugeben geneigt sind.

Je genauer erkannt, je allgemeiner bekannt und anerkannt die zu Grunde liegenden Sätze sind, desto sicherer und gesicherter wird die oberste Anschauung.

Unsere Zeit drängt, besonders die allgemeine Erkenntnislehre einer Neubearbeitung zu unterziehen, da der geniale Versuch einiger genialer Generationen, deren vorwaltender Vertreter Johannes Müller und die andern grossen Meister seiner Schule waren, die Lebensvorgänge ausschliesslich auf dieselben Gesetze zu stützen, welche in der leblosen Welt gelten, gescheitert ist. Die Rektorsrede von Angelo Mosso (1896) war wohl der letzte Ausläufer dieser grossen Entwickelungszeit.

Die Arbeit dieser Männer ist aber vollwertig geblieben und wird so lange fortgesetzt werden müssen, als es überhaupt eine fortschreitende Wissenschaft giebt. Denn die vorhandenen physikalischen, mechanischen und chemischen Gesetze gelten natürlich auch vollwertig für die Lebensvorgänge; sie beherrschen

nur diese nicht vollständig. Für diese sind ausser ihnen noch Naturgesetze höherer Ordnung geltend, die sich aus den in die organischen Bestandteile zerlegten Stoffelementen mit ihren Kraftspannungen nicht ableiten lassen. Die Atomanordnungen und die an die Atome gebundenen Spannungen sind in den lebenden Stoffen eben viel verwickelter und anders geartet als in den leblosen *).

Diese Erkenntnis hat dazu geführt, zu der früheren Anschauung über die Sonderstellung der Lebenskräfte zurückzukehren, und man hat dieselbe als neovitalistische bezeichnet. Ich ersetze den Ausdruck „Neo-Vitalismus" durch „Biomechanik", d. i. die Lehre von den Bau-Anordnungen, welche das Auftreten von Lebensvorgängen ermöglichen und von der Art des Betriebes durch die in den Organen aufgehäuften Ladungen. Die Lehre vom Baue der lebenden Organismen — die Anatomie — kann sich bloss mit den Formen beschäftigen, die Leistungslehre — die Physiologie — mit den Leistungen der Organe; die Biomechanik sucht die Bau-Ideen auf, welche die Leistungsfähigkeit bedingen, und erforscht die Art, wie die Leistung zustande kommt. Die biomechanischen Gleichungen sind also physikalische, chemische und mechanische höherer Ordnung als jene, welche in der leblosen Welt gelten, und man kann, um nicht fortwährend Irrschlüsse zu ziehen, kaum je genug Unbekannte in diesen Gleichungen voraussetzen.

Um eine Einleitung in die allgemeine Pathologie an der Wende des Jahrhunderts zu liefern — und als solche ist die gegenwärtige Schrift gedacht — ist es nötig, in die Medizin einige Grundsätze aus andern Disciplinen hineinzutragen, welche für die Entwickelung der Denkmethodik von grosser Bedeutung sind. Aus der allgemeinen Geschichte können wir den Satz entlehnen, dass keine Generation einen unvermittelten Sprung in der Kulturentwickelung macht, sondern dass sie jedesmal auf den hohen und breiten Schultern früherer Entwickelung stehe. Dann wird auch die bedeutendste Generation nicht von jenem Grössenwahne, der bisher fast unausbleiblich scheint, befallen werden, und sich einbilden, etwas geleistet zu haben, wodurch alles früher Geleistete unscheinbar und unnötig sei **).

*) Eine Analogie aus der Physik liefert die höhere Spannung einer elektrisch geladenen Kugeloberfläche; bei derselben Stoffmenge besteht eine höhere Spannung, wie bei der ungeladenen.

**) Der Ueberschätzung der „jüngsten" Errungenschaften liegt auch vielfach zielbewusster unredlicher akademischer und ärztlicher Wettbewerb zugrunde.

Die ewigen „Umwälzungen“ in der Medizin, die sich immer wiederholen, so oft eine bedeutsame Thatsachen- und Erkenntnisreihe auftaucht, erschien mir immer als durch methodische Denkfehler bedingte „Denkschlamperei“. Die Thatsachen, welche früher zu allgemeinen Erkenntnissen führten, bleiben Thatsachen, und die daraus gezogenen Sätze und Lehren waren allenfalls unvollkommen begründet. Jede Generation wird aber in Gefahr sein, dieselben Fehler zu begehen, solange wir von dem leidenschaftlichen Triebe besessen sind, alles verstehen und erklären zu wollen. Der Denkmethodiker wird aber beim Auftauchen der bedeutsamsten Erkenntnisse sich immer bestreben müssen, die früheren Thatsachenreihen lebendig zu erhalten, sie entweder, wenn möglich, neu einzureihen oder doch ihre Existenz anzuerkennen. Aus diesem Grunde habe ich nie die vitalistische Weltanschauung über Lebensvorgänge aufgegeben, so sehr die grossen Meister mehrerer Generationen unserer Zeit und ihre Leistungen fascinierend und begeisternd auf mich wirkten.

Wir werden im Laufe der Darstellung sehen, dass die grossen Fortschritte frühere Anschauungen, wie die humoralpathologische, die neuropathologische eher bestätigt als begraben haben und dass es bei richtiger Denkart nicht schwer wird, ihre Stützen zu Pfeilern der fortgeschrittenen Allgemeinkenntnis zu machen. Es ist eine schwere Verirrung unserer Zeit, dass der Wert der Geschichte der Medizin nicht erkannt wird, dass der „kleine Mann“ in der Wissenschaft so wenig Verständnis dafür hat, dass nicht der schmalspurige Spezialist, sondern nur eine eigenartige Begabung Geschichte schreiben kann.

Einen zweiten Satz für die Biomechanik lernen wir zunächst aus der Seelenkunde und wir können ihn aus den Lehren der Geschichte und der Erziehungslehre oder aus den Darstellungen der Dichtkunst oder aus dem Buche des Lebens entlehnen. Er lautet, dass alle seelischen Leistungen abhängig seien: zunächst von den angeborenen individuellen Anlagen, weiter von jenen tiefen Einflüssen des Milieu, die fast so scharf prägen wie die Anlage selbst und welche die sogenannte „Zweite Natur“ bedingen; weiter von andern weniger allgemein eindringlichen Entwickelungs- und von den gelegenheitlichen Anregungen.

Ich erkannte bald, dass dieses Gesetz der Seelen-Mechanik das allgemeine Gesetz der Lebensäusserungen und die Grundformel für alles biologische Denken sei. Ich werde dieser Formel einen eigenen Abschnitt widmen.

Der wichtigste Born aber, aus dem die Denkmethodik in der Medizin schöpfen muss, ist die Mathematik und mathematische Mechanik. Sie lehrt uns, wie man Erkenntnisse formulieren muss und besonders, wie man höchste Erkenntnisse in einfache Formeln bringt, aus denen man dann eine grosse Reihe von Erscheinungen folgern und so sowohl die Voraussetzungen als die Folgerungen auf ihre Richtigkeit prüfen kann. Die gewöhnlichste Ursache des souverän herrschenden Denkdilettantismus in der Medizin ist die, dass wir aus der Auflösung einzelner Unbekannten in einer biologischen Gleichung die Gesamtgleichung als gelöst betrachten. Je bedeutsamer die neuen Auflösungen sind, desto unbesonnener glauben wir, am Ende vollständiger Lösungen zu sein. Darum steckt, wie die Geschichte lehrt, ein so enormer Prozentsatz von Irrtum zu jeder Zeit in den zeitgenössischen Lehren.

Wenn wir auch heute weit entfernt sind, mathematische Biomechanik treiben zu können, so wird jeder, der sich vor oder während seiner medizinischen Studien oder Thätigkeit mit Mathematik befasst hat, darüber vollständig im reinen sein, dass man schwer ohne diese geistige Schulung quantitativ richtig denken und sich schwer vor unzulänglichen Schlussfolgerungen schützen kann. Die Denkmethodik in der Medizin wird einen Sprung nach vorwärts machen, wenn die Medizin einmal an die mathematischen und technischen Disciplinen angegliedert werden wird*).

In drei Jahren wird es ein Jahrhundert, dass der grösste klinische Denkmethodiker, der Kant am Krankenbette und am Seciertische, Josef Skoda, das Licht der Welt erblickte. Es ist höchste Zeit, dass wir daran gehen, unsere Denkmethodik wieder auf die von ihm erreichte Höhe zu bringen. Skoda hat bei jeder Frage, die er erörterte, genau gewusst, auf welche Bekannte er sich sicher stützen konnte und dass viele Unbekannte in der Gleichung vorhanden waren. Der Rausch grosser neuer Entdeckungen hat die Medizin wieder von der Höhe der Kritik der reinen Vernunft weggelockt. Ich halte es als sein Schüler, der

*) Ich war so glücklich, während meiner Studienjahre bei einem eleganten mathematischen Physiker — v. Ettingshausen — die Entwickelung der Undulationstheorie von Cauchy und die Elektricitätslehre von Poisson zu hören und von dem genialen Petzval zu lernen, wie man mechanische Aufgaben in Formeln giesst. Wie bedeutsam eine solche Vorbildung wirkt, hat Eduard Albert in seinen Arbeiten bewiesen. War doch seine letzte Arbeit über die Knochen-Structur ein Produkt, das nur seinem mathematisch-technischen Denken entsprungen ist.

begeistert an seinem weisen Munde gehangen hat, als ein heiliges Vermächtnis, seinen Geist im Gewande des weiteren Fortschrittes wieder aufleben zu machen.

Auch die allgemeine Biologie bedarf einer biomechanischen denkmethodischen Richtigstellung. Die Form, welche die Evolutionslehre angenommen hat, führte und führt fort zu irrigen Schlüssen. Lange vor Charles Darwin und Haeckel hat der Evolutionismus schon tiefe Furchen in die Wissenschaft und allgemeine Weltanschauung gezogen. Lamarck, Goethe, Lyell und der ältere Darwin haben ihn naturwissenschaftlich geschaffen, Hegel in die Geisteswissenschaften und Fr. Christoph Schlosser in die Geschichtswissenschaft eingeführt. Die Embryologie — Baër voran — endlich hat ihm die Grundelemente geliefert. Es stecken aber in der heutigen Lehre unerwiesene oberste Sätze und viele irrige Schlussfolgerungen, welche unser ganzes geistiges und selbst soziales Leben in Verwirrung zu bringen drohen und darum habe ich der Biomechanik der Fortpflanzung — unter dem Titel „Adam und Eva in der Anthropologie" — einen Abschnitt gewidmet.

Nun erlaube ich mir zum Schlusse dieser Einleitung noch einige Bemerkungen über die sprachliche Ausdrucksweise in den Naturwissenschaften zu machen.

Die Naturwissenschaften in geistes-wissenschaftlicher Darstellung haben die wichtige Aufgabe, die Grundlage einer neuen Weltanschauung zu werden und sie haben in diesem Berufe einen schweren Stand gegen die hergebrachten, die mit tausend Banden an das Gefühl und an die Gewohnheiten der Menschen geknüpft sind und von den Machtfaktoren mit gewaltigem Arme gegen den neuen Ansturm geschützt werden.

Darum ist es eine wichtige Aufgabe der Naturwissenschaften, sich von dem kauderwelschen und kaudergriechischen Dialekte zu befreien und sich bei der Darstellung ihrer Erkenntnisse nur in der Eigensprache der modernen Völker und nicht in einer gelehrten Geheimsprache, die oft nur in kleinsten Fachkreisen verstanden wird, auszudrücken.

Wenn seiner Zeit die Entsagung der Gelehrten auf eine besondere Sprache und die Uebersetzung der Bibel in die verschiedenen Volkssprachen grosse kulturelle Thaten waren, so müssen wir auch uns bestreben, die Formen, die Vorgänge und Begriffe, denen wir bei unserer wissenschaftlichen Beschäftigung begegnen, in den Volkssprachen auszudrücken. Nur dann können

die Eroberungen der Wissenschaft das Grundelement der fortschreitenden Allgemeinerkenntnis werden.

Die Uebelstände einer erschwerten Verständigung unter den Gelehrten verschiedener Völker sind jedenfalls mehr eingebildete als wirklich bedeutsam und sie stehen in keinem Verhältnisse zu den kulturellen Ergebnissen von volkstümlicher Ausdrucksweise. Den meisten Nutzen aber werden die Gelehrten und Forscher selbst aus dem empfohlenen Vorgehen ziehen, weil das feine Gefühl für die Eigensprache feiner zusehen und begrifflich genauer denken lehrt.

Wenn ich selbst in dieser Schrift noch öfters sündige, so geschieht es nur, weil es so schwer ist in einer lasterhaften Gesellschaft allein rein bleiben zu wollen. Der feinfühlige Leser wird es aber herausfinden, dass ich für alle Fremdworte den eigensprachlichen Ausdruck herausgefunden habe und zu benutzen mich bestrebe.

I. Die Biomechanik des Zellenlebens.

Beim Studium der biomechanischen Gesetze muss man zunächst von der Zelle und dem Zellenleben ausgehen.

Geschichtlich folgte dem Satze: Omnis cellula e cellula, den der grosse Berliner Arzt Robert Remak ausgesprochen hat, die Cellular-Pathologie des grossen Weltweisen und Forschers Rudolf Virchow. Auch die Physiologie muss sich auf das Ausgehen vom Zellenleben einrichten und der oberste biomechanische Satz muss lauten: Omnis manifestatio vitalis in cellula, e celulla et per cellulam, d. i. alle Lebensvorgänge entspringen und verlaufen wesentlich in der Zelle. Hier stossen wir vor allem auf ein morphologisches Grundgesetz, dass nämlich die Grösse der Zelle eine beschränkte ist. Keine Zelle wächst zur Palme oder zum Elefanten aus. Das Wachstum eines Organismus kommt wesentlich durch Teilung und Wucherung von Zellen zu stande. Diese Art des Wachstums ist aber das Ergebnis des Zellenlebens.

Es handelt sich weiter darum, die Grundgesetze dieses Lebens, die heute allgemein anerkannt sind, zu formulieren.

Die erste Grundeigenschaft jeder lebenden Zelle ist, dass sie Stoffe aus der Umgebung mit ihren Spannungen anziehen und in Eigenstoff und Eigenspannungen umsetzen kann (Assimilation, Stoff- und Kraft-Aneignung und Anpassung).

Jede Zellenart hat ihre eigene biomechanische Spannung und dieselbe kann in der Regel nicht physikalisch, sondern nur biomechanisch erkannt und gemessen werden. So wie die eigenartige Ladung ist auch die Entladungsfähigkeit an besondere Verhältnisse gebunden.

Durch die Stoff-Ladung von aussen wächst die Zelle und sie zeugt mit Hülfe der ihr eigentümlichen Spannungs- und Entladungsverhältnisse durch Teilung andere aus sich heraus, die dann von ihr nach aussen abgestossen werden (Zeugen und Gebären der Zellen).

Die Zellen haben ferner die Eigenschaft, auf äussere Reize zu gewissen eigenartigen Leistungen angeregt zu werden, bei denen Eigenstoff und Eigenspannungen verloren gehen und in andere umgewandelt werden. Diese Thätigkeit stellt die „Arbeits-Leistung“ der Zelle dar. Die dabei entstehenden fremartig gewordenen, niedriger zusammengesetzten Stoffe werden ausgeschieden. Die durch die Arbeit hervorgerufene Schädigung des Eigendaseins ist ein Reiz — eine negative Spannung — welcher eine neuerliche Anziehung von Stoff und Spannungen aus der Umgebung veranlasst und eine Umwandlung derselben in Eigenstoff und Eigenspannungen bewirkt.

Wir lernen hier zunächst eine mächtige Eigenschaft der Zellen kennen, welche wir als Kraft zum Kampfe um das eigenartige Lebens-Dasein (struggle for life) bezeichnen.

Die „Reizbarkeit“ der Zellen im engeren Sinne i. e. die Möglichkeit der Umwandlung ihres Eigenstoffes und ihrer Eigenspannung in andere Stoffe und Spannungen in Form von „Arbeit“ hat nämlich ihre Grenzen. Anfangs wächst die Reizbarkeit mit der Stärke und Dauer des Reizes; allein bald wird eine gewisse nicht mehr überschreitbare Höhe erreicht, die sich einige Zeit auf dieser Höhe erhält, um dann abzufallen und Null zu werden („Ermüdung“). Diese zeigt uns, dass dem äusseren Reize eine Widerstandskraft innerhalb der Zelle entgegenwirkt (Widerstands- oder Hemmungskraft), die von den Lebensspannungen, welche den Bestand der Zelle sichern, aufgebracht wird.

Für das Nerven- und Gehirnleben kennen wir das Gesetz dieses Kampfes zwischen Reiz und Reizwirkung einerseits und Hemmung andrerseits. Es ist in den Gesetzen von Fechner und Weber ausgedrückt. Jedoch sind diese beiden Gesetze eigentlich nur für das Ansteigen und die oberste Wirkung völlig erforscht und nicht für die Ermüdungskurve. Bekanntlich findet dieser Kampf nach einem Gesetze statt, das seinen quantitativen Ausdruck in einer parabolischen und zwar in der Logarithmen-Curve findet.

Es ist wohl kein Zweifel, dass die Logarithmus- oder überhaupt eine parabolische Kurve und zwar sowohl der aufsteigende wie der scheinbar geradlinige und der absteigende Schenkel die allgemeine Formel des Widerstreites zwischen der

eigenartigen Arbeits-Leistungsfähigkeit und zwischen der Hemmungskraft darstellt, wie zuerst Orschansky betont hat*).

Wir stossen zunächst auf eines der merkwürdigsten Grundgesetze des Lebens.

Die Arbeitsleistung bedeutet eigentlich eine teilweise Vernichtung der Zelle und ohne Hemmungskraft würde unter fortdauerndem Arbeitsreize jede Zelle zugrunde gehen. Und dennoch ist es ein allgemeines Gesetz, dass das Ausfallen der Arbeit das Leben der Zelle vernichtet. Der Kampf ums Leben ist also eine Grundbedingung fürs Leben. Was die Zelle durch die Arbeit verliert, kann sie in der Regel wieder ersetzen; ohne Arbeit zerfällt der Lebensbau.

Wie in der leblosen Welt alles in fortwährender Veränderung ist, so ist in der Lebenswelt fortwährender Wechsel zwischen Ladung und Entladung Grundbedingung des Lebenbleibens.

Ruhe, Schlaf der Gewebe bedeuten nur unbewusste Ladung, nicht Unthätigkeit.

Der Mangel an Arbeit entwickelt in der Zelle eine mächtige Spannung durch Ladungsbedürfnis, den wir als Arbeitskitzel bezeichnen können. Derselbe kommt uns im Seelenleben am deutlichsten zum Ausdrucke. Wir verstehen nun die sogenannten „negativen Reize“, welche Thätigkeit auslösen. z. B. die Dunkelheit, welche zur reflektorischen Pupillenerweiterung führt, das Ohrensausen als Arbeitskitzel des Hörnerven u. s. w. Die Grunderscheinungen des Zellenlebens, wie wir sie hier geschildert haben — im Vereine mit dem vorausgeschickten Satze des beschränkten Wachstums — führen zu dem Satze: Die biomechanische Wirkung der Anziehungs- und Abstufungsspannungen der Zellen überschreiten die Durchmessergrösse derselben nur wenig.

Mit diesen Grundgesetzen des Zellenlebens müssen und können wir denkmethodisch sowie mit einer mathematischen Grundformel einer physikalischen Erscheinungsreihe — z. B. der Cauchy'schen optischen Formel — umgehen. Wir müssen vor allem die Elemente des Aufbaues des Satzes auf ihre Richtigkeit prüfen, ferner nachsehen, ob die Stützen des Aufbaues genügen. Aus solch allgemeinen Gesetzen ergeben sich viele Folgerungen, weil viele Thatsachen und Erkenntnisgesetze mit dem

---

*) Es ist nicht das einzige Beispiel, dass wir allgemeine Gesetze der Biologie zuerst aus den kompliziertesten Verhältnissen, nämlich aus der Analyse in den Nerven und besonders im Seelenorgan erkennen lernen. Diese Erfahrung ist schon deshalb sehr wertvoll, weil sie zeigt, dass die seelischen Vorgänge an die allgemeinen Gesetze der Biomechanik gebunden sind.

zum Aufbau benutzten gleichlaufend sind. Auf diese stossen wir bei den Ableitungen — dem Abbau. Dabei muss sich ergeben, dass die Ableitungen überhaupt, wenn sie richtig gemacht sind, mit der Erfahrung stimmen. Wenn nicht, dann besteht eine Lücke, ein Anteil von Irrtum im allgemeinen Erkenntnisgesetze, dem wir nachzuspüren, es zu ergänzen und richtig zu stellen haben.

Die Bedeutung des allgemeinen Erkenntnissatzes ergiebt sich noch daraus, dass wir früher unverstandene Thatsachen und unvermittelte Erkenntnisse, die wir früher nicht einreihen konnten, jetzt einzuordnen vermögen, und dass wir auf Fragen stossen, die bei darauf gerichteter Aufmerksamkeit und Forschung sich als beantwortungsfähig zeigen.

Solche allgemeine Gesetze dürfen aber nicht gedankenlos missbraucht werden. Man darf nicht alle Thatsachen und Einzelerkenntnisse in sie gewaltsam hineinpressen, wie es leider nach geschichtlicher Erfahrung immer geschehen ist. Daraus hat sich geschichtlich der traurige wissenschaftliche Denkdilettantismus in der Medizin entwickelt. Beim Vorgehen nach Art der Mathematiker werden wir endlich zur exakten Wissenschaft gelangen. Die Denkmethodik der Mathematiker ist jene der Natur und die Natur treibt nur Mathematik.

II. Die Fernwirkung der Zellen.

Die inneren Vorgänge in den Zellen und der auf die nächste Umgebung beschränkte Einfluss der in ihnen thätigen Kräfte erschöpfen aber nicht die Lebensvorgänge derselben; die Natur hat vielmehr für die mannigfachsten Formen der Fernwirkung der Zellen gesorgt.

IIa. Die Fernwirkung mittelst des Saftstromes.

Die eine Form kommt durch die Saftströmung zustande. Diese kann „neugeborene" Formelemente fortführen und sie an entfernten Stellen absetzen. Die Saftströmung nimmt auch die durch den Leistungsreiz veränderten Teile der Zellenleiber in sich auf und führt sie ab.

Diese abgestossenen Teile des Zellleibes, die durch die Nahrung wieder ersetzt werden können, schwimmen nun mehr oder minder unverändert im Saftstrome als „geschlossene Atomgruppen" und werden wahrscheinlich, bevor sie in den Ausscheidungsorganen umgesetzt und abgestossen werden, noch mehrfach für den Haushalt des Körpers verwendet, z. B. zur Wärmeerzeugung durch Verbrennung. Sie sind, wenigstens nicht immer bloss Zellfaeces, sondern sozusagen vielfach auch Dünger.

Ich habe mich bemüht, einen passenden Ausdruck für diese abgestossenen Teile zu finden. Man könnte sie als Zellblöcke, -brocken, -brösel u. s. f. bezeichnen. Ich habe mich entschlossen, sie „Zellschollen“ zu nennen, weil sie wie aus der Masse losgebrochene Eisstücke weiterschwimmen.

Man darf sich aber nicht vorstellen, dass sie einseitig von der Zelle abgesprengte oder abgebrochene Teile darstellen. Sie stammen gewöhnlich aus dem ganzen Leibe der Zellen, sie verhalten sich zum Teil wie chemische Auslaugungen und Fällungen oder wie Eisenspäne, welche durch einen Magnet aus einem Splitterhaufen oder aus einem weichen Gewebe ausgezogen werden.

Inwiefern dabei „Schichtenarbeit“ in Frage kommt, werden wir in einem späteren Abschnitte erörtern.

Bemerkt muss werden, dass, wenn durch Arbeit ein Teil des Zellleibes verändert und minderwertig wird, die Auswechselung durch die Nahrung nicht für alle Fälle gleichmässig vor sich geht. Die Auswechselungsschollen sind gewiss anders, wenn ein Mensch nach gethaner Arbeit sich mit Kartoffeln und noch dazu vielleicht mit einer ungenügenden Menge und mit Wasser oder wenn sich ein anderer mit Beefsteak und Bordeaux restauriert. Wir üben durch die Art der Ernährung auch einen gewissen nützlichen oder schädlichen Zwang auf die Auswechselung aus und thun dies auch ganz methodisch durch die Diät- und Entziehungskuren.

Bei ungenügendem Nahrungsersatz behält die Zelle gewiss einen minderwertigen Teil zurück und bei verschwenderischer Nahrung tauscht sie gewiss manch vollwertigeren Bestandteil gegen einen minderwertigen, der ihr noch nicht ganz fremd geworden ist, aus. Ueberdies sind die Zellen Feinschmecker, die Teile — z. B. einen Ueberschuss an Fett — aufnehmen, der ihrer Leistungsfähigkeit sogar Abbruch thut.

Aus allen diesen Gründen glaube ich, dass Auswechselungsschollen durch Ernährung keine absolut prästabilisierten Zellteile — keine bestimmten „Seitenketten“ — sind, sondern Ergebnisse eines mannigfachen Spieles von Affinitaeten, d. i. Anziehungen und Abstossungen. Wir kommen, wie gesagt, auf diese Frage noch zurück.

Eine andere Gruppe von Zellschollen haben wir in den letzten Jahrzehnten des vorigen Jahrhunderts durch die merkwürdige Thatsachenreihe des Binnenstoffwechsels kennen gelernt und aus ihr erfahren, dass solche Zellschollen auf das Leben entfernter Organe einen hochgradigen und sozusagen von der Natur in die Lebensrechnung einbezogenen Einfluss üben.

Die Entstehung dieser wichtigen Zellschollen hat die Natur gewiss nicht dem Zufall überlassen; sie sind geradezu als unumgängliche Leistungen — als eine Art von Absonderung der betreffenden Zellen — anzusehen. Ich will diese Gruppe als „Nutzschollen“ bezeichnen.

Merkwürdigerweise haben wir hier wieder aus kompliziertesten Verhältnissen einen Vorgang kennen gelernt, der unter viel einfacheren offenbar eine gewaltige — aber übersehene — Rolle spielt. Wenn entfernte Organe in einer so regelrecht veranstalteten Wechselwirkung von Stoff- und Spannungs-Austausch stehen, wie gross muss dieser Einfluss sein, wenn im ersten foetalen Leben, wenn im Gastrulazustande und in der Zeit der Keimblätter die Ahnenzellen verschiedener künftiger Organe nebeneinander oder in nächster Nähe sich befinden?

Dass dieser Stoff- und Spannungs-Austausch aber eine enorme Rolle bei der Differenzierung (Sonder-Entwicklung) der Organ-Grundbestandteile spielen müsse, ist eine natürliche Folgerung.

Es ist eine mechanische Forderung, dass gewisse Zellen dabei gezwungen werden, dem Stoffaustausch als Durchgangswege zu dienen. Diese Zellen können dadurch ihre ursprüngliche Eigenart verlieren; sie werden durch den „Zwang zur Funktion“ („Leistungszwang“) zur Grundlage der Zellenanlage des Kreislaufes und des Saftzellen-Gewebes. Wenn andere Zellen mehr den Spannungsaustausch vermitteln müssen, so werden sie zur Grundlage der Nervenzellen und des Nervensystems.

Die Zukunft wird uns vielleicht lehren, dass auch im ausgebildeten Organismus — besonders im krankhaften Zustande — dieser Stoffaustausch von Gewebe zu Gewebe und von Schicht zu Schicht eine grössere Rolle spielt, als wir heute annehmen oder ahnen. Auf manche solche Verhältnisse komme ich ein andermal zurück.

Es ist noch eine andere Art im Blutserum schwimmender Atomgruppen von grösstem Interesse und von grösster Bedeutung. Wir haben seit jeher erfahren, dass bei manchen Seuchenarten eine glücklich überstandene Ansteckung das Individuum seuchenfest macht. Wir haben sogar erfahren, dass durchseuchte Völker für spätere Ansteckungen seuchenfest werden.

Wir können uns vorstellen, dass die Seuchengifte — wenn sie nicht bloss durch dynamische Erschütterung wirken, wie dies vielleicht für manche Gifte im engeren Sinne, z. B. für Blausäure, der Fall ist — von den Zellen Schollen abtrennen, die mit dem Gifte vereinigt dasselbe entgiften.

Wir können uns weiter vorstellen, dass die Zellen dadurch „modifiziert“ (umgeändert) werden, so dass sie bei kommender Gelegenheit ohne besondere Gefahr, auch sozusagen sich leichter einer solchen Amputation unterziehen können. Diese Eigenschaft kann auch, der Erfahrung entsprechend, vererbt werden.

Da aber die Völker nicht von lauter früher Erkrankten abstammen, so müssen wir annehmen, dass das Seuchengift auch auf jene gewirkt hat, welche nicht augenscheinlich erkrankt waren, aber dieselbe Abspaltbarkeit errungen haben. Die Erfahrung, dass bei manchen Arten von Seuchen viele Individuen, die nicht eigentlich erkrankt sind, doch das Seuchengift in sich aufnehmen, ist eine sehr gewöhnliche und gehäufte. Nun haben uns aber die Serumversuche, die uns einen früher ungeahnten Einblick in die Zellenmechanik verschafft haben, gelehrt, dass bei dieser Gelegenheit Atomgruppen im Blutserum auftreten, welche eine entgiftende Eigenschaft besitzen und dass wir durch Einspritzung eines solchen Serums auf andere Individuen und Spezies entgiftend wirken können und dass diese Atomgruppen in ungeahnter Menge auftreten.

Das Erscheinen dieser Atomgruppen kann man sich nur so vorstellen, dass der ausgeübte Giftreiz nicht nur momentan abspaltend wirkt, um das vorhandene Gift lahm zu legen, sondern dass die Zellen durch den Reiz veranlasst werden — wenigstens für kürzere oder längere Zeit und bei jeder betreffenden Reizgelegenheit — solche Schollen („Schutzschollen") abzusondern, dass also der Reiz einen Zwang zur Leistung ausübt*).

Ich erlaube mir hier eine Frage aufzuwerfen, die meinen Intellekt seit langer Zeit fesselt, nämlich ob es nicht Zellschollen „protoplasmatischer" Natur, welche nicht die Organisationshöhe von Zellen und Kernen erreichen, gebe, die als „noch lebend" anzusehen sind, d. h. die assimilieren und sich vermehren können.

Wir können den Gedanken kaum zurückweisen, dass in der Schöpfungsgeschichte der Lebenswelt solche präcellulare Lebensstoffflocken mit der Eigenschaft der Assimilation und der Vermehrung der Ausbildung der Zelle vorangegangen sind.

Wir beobachten weiter unter den Abkömmlingen von Zellen ausser den gleichartigen auch andersgestaltige (heteroplastische) Zellen und letztere nicht bloss bei krankhaften Neubildungen, sondern auch im gesunden Zustande, z. B. Blutzellen, deren Lebensthätigkeit eine ganz andere ist, als jene der Mutterzellen. Unter diesen befinden sich manche, welche einer Grundeigenschaft der Zellen, sich nämlich fortzupflanzen, entbehren. Wenigstens wissen wir bei manchen von solcher Vermehrung nichts.

Ich frage mich nun denkmethodisch, ob nicht auch eine „Retroevolution" existiert, bei der solche protoplasmatische Flocken von den

---

*) Die ungeheure Menge solcher Atomgruppen könnte vielleicht nicht bloss auf die gehäufte Absonderung aus den „empfindlichen" Zellen zu beziehen sein, sondern auch mit darauf beruhen, dass die Gifte nicht nur auf die giftempfindlichen, sondern auf die meisten andern Zellen des Körpers wirken, die dann auch solche Schollen abgeben.

Zellen abgesondert werden, die noch lebend sind, aber die Entwicklungshöhe von Zellen nicht erreichen.

Wir werden, vielleicht früher als wir es ahnen, auf diese Frage eine bejahende Antwort erhalten und zwar aus der Erfahrung über jene Gruppen von Körperchen, von denen wir im ersten Momente nicht wissen, ob wir sie als Abkömmlinge von Zellen oder als Schmarotzer („Parasiten“) ansehen sollen. Es ist diese Frage wichtig, um über die Natur mancher solcher „Schmarotzer“, die wir als „Bakterien“ bezeichnen, aufgeklärt zu werden*).

Die Vermehrungsfähigkeit solcher vermutlicher Abkömmlinge von Zellen, die eine Art „Rückfall“ in eine frühe Entstehungszeit der Zelle darstellen würden, braucht keine besonders grosse zu sein.

Bei der Annahme solcher noch lebender Lebensstoff-Flocken handelt es sich natürlich weder um einen Lehrversuch, noch um eine Hypothese, da ich keine Behauptung und keine Erklärung darauf lege oder stelle. Sie ist eine bescheidene Anfrage für die Zukunft an die genialen Meister der Seuchenlehre.

Bei der ungeheueren Anzahl von Seuchengiften und Giften aber scheint es mir wieder nicht zutreffend für jedes eigene im vorhinein in sich abgeschlossene — „praestabilisierte“ — Seitenketten anzunehmen. Es scheint mir wieder angemessener, der Zelle eine enorme Mannigfachheit von Abspaltbarkeit zuzuschreiben, welche sie befähigt, Gegengifte der mannigfachsten Art zu liefern.

Gewiss findet die Bildung und Abfuhr von Zellschollen auch aus krankhaften Zellen statt. Dieselben können ohne Zwang als reizend angesehen werden, die, in gesunde Zellen gelangt, dieselben zu analogen Veränderungen und Wucherungen veranlassen, wie jene sind, die in ihren Mutterzellen vor sich gingen. Wir sehen diese Schollen als „Gifte“ an; die Zellen sind oft anderer Meinung. Sie setzen sich gegen diese „Gifte“ nicht zur Wehr und zeugen daher keine „Gegengifte“. Sie „berauschen“ sich vielmehr an diesen Giften, schwellen „riesenhaft“ an, zeugen und gebären mit überwallender Lebenskraft, freuen sich, auf Kosten des

*) Den unpassenden Ausdruck Bakterien wünsche ich durch jenen: „Seuchen-Zwerg-Zellen“ ersetzt. Der übliche Ausdruck passt nicht einmal auf die Form aller derartigen Körperchen, da nicht alle die Gestalt von Stäbchen haben. Ueber ihre Natur sagt der Name nichts aus. Nicht alle haben die volle Organisation von Zellen und wir könnten die weniger entwickelten als „Seuchen-Protoplasma-Flocken“ oder „Seuchen-Lebensstoff-Flocken“ bezeichnen. Allen gemeinschaftlich ist, dass sie „leben“, d. h. assimilieren und sich vermehren können und dass sie von einem Organismus auf andere, selbst verschiedener Species übertragen werden können. Man verbindet mit ihnen gewöhnlich den Begriff unendlicher Vermehrungsfähigkeit. Wir müssen uns aber fragen, ob diese Eigenschaft manchen nicht im beschränkten Masse zukommt. Ueberhaupt ist es denkmethodisch a priori unrichtig, die bei einer Art von Seuchenkörperchen gewonnenen Erfahrungen zu verallgemeinern.

übrigen Organismus zu leben, denselben zu beherrschen, statt Frondienste zu leisten und sie vergessen in ihrem Lebensübermute, dass sie durch ihr Treiben sich selber den Lebensast, an dem sie hängen, zerstören. Diese Schollen wandern zunächst in die Lymphgefässe und darum ist wohl Erkrankung der benachbarten Lymphdrüsen eine so gewöhnliche Erscheinung bei bösartiger Zellenerkrankung. Die Einwanderung solcher giftigen Zellschollen in die verschiedensten Gewebe wird zur Grundlage der entfernten Ablagerungen (Metastasen).

Ich will diese Schollen als „Ablagerungsschollen" bezeichnen. Auch bei diesen kann die Frage auftauchen, ob sie nicht in dem einen oder anderen Falle protoplasmatischer Natur im früher genannten Sinne, mit der Eigenschaft der Assimilations- und Vermehrungsfähigkeit sind. Ihre Vermehrungsfähigkeit braucht keine unbegrenzte zu sein.

Eine eigentümliche Art von Zellschollen hat Bra in Paris (in den Comptes Rendues de l'Académie de Medicine 1902) beschrieben. Sie sollen sich bei Epilepsie zur Zeit grosser und kleiner Anfälle im Blute finden und sich in vitro vermehren können. Sie stellen entweder zweikugelige Gebilde an den beiden Enden von Fäden dar oder eine Reihe wurmförmig aneinander gereihter solcher Kügelchen. Sie sollen ausserhalb der Anfallsseiten verschwinden. Herr Docent Dr. Rudolf Kraus hat bei fünf meiner Kranken das Blut untersucht und diese Körperchen konstatiert und in einem Falle, der eine Woche nach den Anfällen wieder untersucht wurde, fehlten sie. Dass diese Körperchen bei der Epilepsie nicht als Schmarotzer und als „Bakterien" angesehen werden können, sondern als Ergebnisse der Gewebsreizung, versteht sich von selbst, wenn man bedenkt, wie stigmatisiert solche Kranke sind. Hätte sich die Angabe von Bra bestätigt, dass diese Gebilde sich in vitro vermehren, so hätten sie ein Beispiel für Zellenabkömmlinge — Zellschollen — geliefert, die als assimilations- und fortpflanzungsfähig hätten angesehen werden müssen. Kraus konnte aber die Vermehrungsfähigkeit nicht bestätigen und er hat diese Körperchen auch bei Nichtepileptikern gefunden. Nichtsdestoweniger können sie eine gewisse Rolle bei epileptischen Anfällen spielen und vielleicht stehen sie in irgend einer Beziehung zur antitoxischen Wirkung des Blutes von Epileptikern, die Ceni gefunden hat (Rivista speriment. di Freniatria, 1901 Bd. XXVII).

Die giftige Einwirkung der Blutsera fremder Spezies aufeinander, die hämatolytische und agglutinierende Eigenschaft der in diesen Seris schwimmenden Atomgruppen haben uns weiter einen mächtigen Einblick in die ungemeine Reichhaltigkeit solcher im Serum schwimmender Atomgruppen gewährt. Wir sind gewiss erst im Beginne unserer Einsicht in diese Welt von Erscheinungen und man könnte sich wahrlich fast verführen lassen, wieder einseitig der Humoralpathologie zu frönen.

IIb. Die Fernwirkung mit Hilfe des Nervensystems.

Eine weitere merkwürdige Einrichtung, um die Fernwirkung der Zellen zu erzielen, ist durch das Nervensystem gegeben.

Es möge der näheren Auseinandersetzung folgender Satz an die Spitze gestellt werden. Alle Leistungen des Zellenlebens beeinflussen — durch Abfluss von Spannungen — das Nervensystem oder werden von ihm — durch Zufluss von Spannungen — beeinflusst*).

Der citierte Satz ist wie eine mathematische Grundformel einer Erkennungsreihe zu behandeln. Es ergeben sich aus ihm eine Reihe bisher unbeachteter Schlüsse, die an der Hand der Thatsachen sofort oder mit der Zeit geprüft werden müssen und können, während sie schon jetzt eine unvergleichlich mehr wissenschaftliche Einreihung vieler Thatsachen gestattet.

Von den bekannten Erscheinungen, die zum Aufbau dieses Satzes dienen, heben wir zunächst die Thatsache hervor, dass das Ladungsbedürfnis — die Ladungsspannung der Zellen, ihr Hunger, ihr Durst, ihr Gasbedürfnis — durch die wegführenden (centripetalen) Nerven auf die nervösen Centren der Cirkulations- und Atemmuskeln übertragen wird und so die Triebkraft für die Thätigkeit des Herzens, der Lokalherzen in den Gefässen und der Atemmuskeln durchs ganze Leben liefert**).

---

*) Nur bei den „schwimmenden" Zellen ist, wenigstens vom Momente an, wo sie in den Saftstrom gelangen, an eine direkte Beeinflussung durchs Nervensystem nicht zu denken. Es versteht sich überhaupt von selbst, dass nur von der Möglichkeit einer Beeinflussung der Zellen die Rede ist und nicht von einer absoluten Notwendigkeit.

**) Da ich in der Biomechanik vom Zellenleben ausgehe, so nenne ich die Nerven, welche Spannungen von den Zellen zum Nervengrau führen, „wegführende", und jene, welche Spannungen vom Nervengrau zu den Zellen führen, „zuführende".

Das Ladungsbedürfnis der Zellen ist also eine durch die Zellen erzeugte negative Spannung, deren Entladungsreiz die wichtigsten Leistungen fürs vegetative Leben bedingen.

Dieselbe Entladung erzeugt aber auch die Gemeingefühle des Hungers, des Durstes und des Atmungsbedürfnisses und löst so die überwältigendsten Seelenthätigkeiten im Kampfe ums physische Dasein aus.

Durch das Auffangen der Dyamien des Lichtes, des Schalls, des Geruches und des Geschmackes in den Endorganen der Sinne und deren Entladung auf die Centralendorgene der Sinnesnerven und durch die Umarbeitung, welche dieselben in den Nerven und in den Zellen erfahren, kommen die Leistungen der Vernunft, des Verstandes, des sittlichen und künstlerischen Gefühles und der Anregung zu höheren Formen von Thätigkeit zustande. Die örtliche Einwirkung auf die Oberfläche wird so durch die Nerven zur Fernwirkung auf das Gehirn und von diesem aus wird die Wirkung wieder an die verschiedensten Endteile des Körpers geleitet.

Auch die zahlreichen, auf die Hautzellen wirkenden Dynamien, wie Licht, Wärme in all ihren Gegensätzen, ferner die mechanischen Einwirkungen kommen innerhalb des Körpers nur als Fernwirkung durch die Nerven zur Geltung.

Andererseits sehen wir innerhalb des Organismus durch aus fernliegenden Centren Reize zuführende (centrifugale) Fasern die Arbeit der Muskel- und Drüsenzellen anregen, während wegführende Nerven wieder einen Teil des Reizes, der durch die Arbeit entsteht, auf die Organe der Empfindung und der Reflexe übertragen.

Weiter wissen wir, dass die zuführenden Nerven die Zellen gegen die Gefahr der Abnutzung derselben durch Arbeit schützen können. Wir wissen dies nämlich durch die Kenntnis der sogenannten Hemmungsnerven. Dieselben sind uns bekannt für die Herzmuskeln, für die glatten Muskelfasern und für die Drüsen.

Auch die Zusammenziehung der willkürlichen Muskeln steht unter dem Einflusse der Hemmung durch Nerven. Doch ist nicht sicher, ob diese Hemmung unmittelbar in den Muskeln oder noch innerhalb des Nervensystems bewirkt wird.

Nach unserer Betrachtungsweise verliert diese Hemmung das bisherige fast mystische Dunkel.

Es handelt sich um eine Ladung, welche die Spannkraft der Zellen mehrt und daher die Kraft zum Kampf ums Dasein erhöht und damit die Widerstandskraft gegen die Abnutzung durch Arbeit.

Man kennt übrigens Hemmungsreizungen länger, als es eine Naturwissenschaft giebt, nämlich die Hemmungsvorgänge im Seelenleben. Wir wissen, dass sogenannte „hemmende“ Vorstellungen und Gefühle die Anreize entgegengesetzter Vorstellungen und Gefühle schon in den ersten Angriffspunkten lahmlegen können und dass weitaus die meisten Handlungen und selbst Vorstellungen und Gefühlsweisen das Endergebnis des Kampfes sich gegenseitig bekämpfender Antriebe und Hemmungen seien. Die Hemmungen kommen in der Regel schon im Gehirngrau zustande und nicht erst durch periphere antagonistische Gegenwirkung.

Die Monologe in den grossen Dramen sind lehrreiche Darstellungen der Hemmungslehre.

Die Atrophie der Muskeln durch Innervationsausfall bei der reinen Form spinaler Aran-Duchenne'scher progressiver Muskelatrophie ist ein weiterer Beweis für den Einfluss der Nerven auf den Zustand der Zellen.

Für den Denkmethodiker wirft sich hier die wichtige Frage auf, ob es nicht durch Zufuhr von Spannungen auch für jene Zellmassen eine solche, die Lebenskraft und somit die Hemmungskraft der Zellen verstärkende Innervation gebe, für welche die Wissenschaft eine solche noch nicht aufgedeckt hat. Es liegt selbstverständlich kein Grund vor, diese Möglichkeit a priori zu leugnen.

Die Thatsache, dass wir die Widerstandskraft des Organismus und zwar sämtlicher Zellen durch verschiedene Anwendungen widerstandsfähiger machen und zwar auch durch Dynamien, die nur durch Nerven in die Ferne wirken können, spricht dafür, dass für sämtliche Zellensysteme eine Innervation im obengenannten Sinne bestehe.

Diese Frage wird dringend für gewisse krankhafte Zustände, wie z. B. Decubitus. Wir können die Haut nicht vor äusseren Reizen schützen, wie z. B. die Cornea bei der Neuroparalyse ihrer Nerven und daher ist unter Umständen der Zerfall nicht zu vermeiden, wenn die den Zerfall sonst verhütenden Nerveneinflüsse aufhören.

2*

Decubitus erscheint meist bei Aufhebung der Empfindungsleitung (bei Anästhesie). Da diese Leitungshemmung der wegführenden (centripetalen) Nerven auch die Ueberleitung auf Bahnen der Cirkulation gestört, so ist klar, dass das Ladungs- oder Entladungsbedürfnis der gereizten Zellen keinen Einfluss auf die Nerven des Saftstroms haben wird. Die Abnutzung der Zellen durch äusseren Reiz wird daher gefährlicher, weil der Ersatz schwieriger ist.

Es steht der Zelle nur noch ihre Anziehungs- und Abstossungskraft aus und in die Saftgefässe zur Verfügung und es hat den Anschein, dass dadurch sogar eine Art Blutstauung, besonders venöser Natur, erzeugt werden kann*).

Es fragt sich nun, ob nicht auch bei diesen Leitungshemmungen sogenannte „hemmende" Innervation ausfällt, welche imstande wäre, die Widerstandskraft der Zellen zu erhöhen. Positive Beweise für die Existenz einer solchen Innervation haben wir eigentlich nicht. Da aber die Widerstandsunfähigkeit der Haut bei verschiedenen krankhaften Zuständen und besonders bei Erkrankung in verschiedenen Höhen des Nervensystems bei wahrscheinlichst gleichem Ausfalle der Reflexmöglichkeit sehr verschieden ist, so ist die Anwendung des Gesetzes von der kräftigenden Wirkung durch Nerveneinfluss auf die Hautzellen gerechtfertigt.

Bei der echten hysterischen Anästhesie fehlt die Gefahr des Decubitus. Dies rührt daher, dass die echte hysterische Anästhesie eine Lähmung des Empfindungscentrums bedeutet. Während nämlich bei allen anderen Formen die Empfindungslosigkeit die Kranken ein Bewustsein des Ausfalles haben, fehlt dies bei der hysterischen Form, sogar bei doppelseitiger allgemeiner Empfindungslosigkeit. In diesen Fällen kann also der Reflex auf den Saftstrom erhalten sein und es kann auch die Hemmungsinnervation, welche die Zellen vor zu grosser Abnutzung schützt, fortbestehen und ihre Widerstandskraft durch Zufuhr von Spannung erhöhen**).

---

*) Ob nicht auch für einige Zeit durch Wirkung von Schicht zu Schicht aus den Venen noch leistungsfähiger Stoff ausgelaugt werden kann, ist eine Frage, die sich mir bei der Arteriitis adhaesiva aufgedrängt hat.

**) Es ist mir gelungen, bei Hysterischen mit halbseitiger Unempfindlichkeit Transfert hervorzurufen und selbst den Zustand zum Verschwinden zu bringen, ohne dass die Kranken eine Ahnung von ihrer Anästhesie und vom Wiedererwachen ihrer Empfindung hatten. Ich stellte nämlich diese Versuche bei geschlossenen Augen an.

Diese nervöse Zufuhr für die Widerstandskraft der Hautzellen muss aber in denselben Nerven geschehen, welche wir bis jetzt als ausschliesslich wegführende (centripetale) angesehen haben und diese Thatsache führt uns dazu, die Frage der doppelseitigen Leitung innerhalb der Nerven aufzuwerfen und dem wahren Sinne des Gesetzes von Charles Bell nachzuforschen.

Ich habe auf dem Kongresse in Moskau (1897) zuerst den Satz von der doppelsinnigen Leitung der Nerven ausgesprochen*) und es ist wohl kein Zweifel, dass dieser Satz nach einigem Widerstande die Nervenphysiologie und -pathologie des 20. Jahrhunderts so beherrschen wird, wie das Gesetz von Bell das 19.

Die Thatsache, dass in den hinteren Wurzeln zuführende (centrifugale) Innervation für die Ausdehnung der Gefässe verlaufen, hat den Satz von Charles Bell schon durchbrochen.

Die physiologische Analyse der tabischen Erscheinungen nötigte mich schon vor 40 Jahren, anzunehmen, dass in den hinteren Wurzeln eine centrifugale Leitung stattfinde, deren Ausfall die Erscheinung der tabetischen Ataxie bedingt**). Diese beiden centrifugalen Innervationen innerhalb der hinteren Wurzeln konnten in eigenen, bis dahin innerhalb der Nerven von der Wissenschaft nicht gekannten und nicht gesonderten Fasern stattfinden.

Auf die Notwendigkeit doppelsinniger Leitung in denselben Nervenfasern kam ich durch die Unumgänglichkeit dieser Annahme für die Gehirnleistungen.

Wir sehen nämlich, dass Vorstellungen sich aus einzelnen Wahrnehmungen bilden und durch Associationsfasern verknüpft werden. Eine erwachende Gesamtvorstellung, die nur einen Teil der zusammensetzenden Eindrücke enthält, regt wieder in entgegengesetzter Richtung die Erinnerung an die einzelnen Wahrnehmungen an. Ebenso verbinden sich oft Vorstellungen mit ganz zufälligen gleichzeitigen Wahrnehmungen und die erweckten Vorstellungen rufen letztere hervor und umgekehrt, so z. B. kann eine Person, der wir in einer landschaftlichen Umgebung begegnet sind, die Erinnerung der Landschaft hervorrufen und um-

*) Deutsche Med. Wochenschrift, 1897, Nr. 41.

**) Siehe die Abhandlung „Lähmungsartige Zustände ohne Paralyse“, Wiener Med. Wochenschrift, 1862, Nr. 44—48, weiter die Abhandlung in meinem Buche „Elektrotherapie“, 1868, p. 349 ff. und p. 349 ff. in der Abhandlung „Tabesfragen“, 1901.

gekehrt. Dass es also doppelsinnig leitende Fasern — die Associationsfasern — gebe, ist sichergestellt. Sobald aber diese Thatsache einmal sicher war, mussten die Schuppen von unseren Augen fallen.

Ein zweiter elementarer Beweis für doppelsinnige Leitung bildet die Thatsache, dass bei Nervenreizungen der elektrotonische Zustand sich nach beiden Seiten hin ausbreitet. Wenn also damit wieder eine doppelsinnige Leitungsfähigkeit sich herausstellt, so wäre es widersinnig, anzunehmen, die Natur hätte eine Leistungsfähigkeit der Nerven, nämlich die doppelsinnige Leitung, geschaffen, ohne sich ihrer je zu bedienen. Dass das Nervensystem das vollendeteste Telegraphensystem sei, ist unzweifelhaft; es wäre daher, sonderbar anzunehmen, die Leitungsbahnen, welche die Natur geschaffen, seien minderwertiger als jene der Techniker.

Das Gesetz von Bell bleibt in seinen positiven Aussagen aufrecht. Die Empfindung und die Reflexerregung gehen durch die hinteren und die Anregung der Muskelzusammenziehung durch die vorderen Wurzeln. Dass aber durch beide Wurzeln Innervationen, die seiner Zeit unbekannt waren, auch in entgegengesetzter Richtung durch die Wurzeln durchgehen können, hat das Bell'sche Gesetz nicht ausgeschlossen. Diejenigen Physiologen und Pathologen, die mit dem Bewusstsein, dass die Nervenfasern nur in einem Sinne leiten, gelebt haben, können meinethalben mit diesem Bewusstsein sterben. Sie können sich sagen, dass in einer der Gruppen der Fibrillen einer bestimmten Faser nur zuführende und in der anderen Gruppe nur wegführende Leitung stattfinde.

Die Vertrautheit mit der Idee von der doppelsinnigen Leitung der Nerven regt nun eine ganze Reihe von Fragen an, wobei zu betonen ist, dass die doppelsinnige Leitung für viele Fälle doppelsinnig bleibt. In dem einen Falle kann die Doppelleitung dadurch zu stande kommen, dass in denselben Wurzeln zweierlei Fasern vorhanden sind, die in dem einen oder in dem anderen Sinne leiten, oder dass Fasern vorhanden sind, die in beiden Richtungen zu leiten im stande sind.

Wir kennen fürs Herz, für viele glatte Muskeln und für viele Drüsen eine erregende und hemmende Innervation, die in gesonderten Nerven verlaufen. Dieselben Organe geben aber — wenigstens in pathologischen Fällen — auch wegführende Signale ans Nervensystem ab. Wo verlaufen diese Leitungen?

Entweder in der einen oder in der anderen zuführenden Bahn. Folglich muss eine dieser Bahnen doppelsinnig leiten.

An der Hand des von mir entwickelten Doppelsatzes einerseits von dem Zusammenhange des Nervensystems mit allen Lebensvorgängen der Zellen und des Satzes von der doppelsinnigen Leitung wird uns das Verständnis vieler Verhältnisse näher gerückt und wenn wir finden, dass jeder der Sätze und dass ihre vereinte Anwendung viele Thatsachen und Erkenntnisse gehörig einreihen lassen und dies ohne dieselben unmöglich ist, so werden diese Thatsachen und Erkenntnisse zu neuen Stützen derselben.

Ich will hier einige solche Thatsachenreihen anführen. Als ich vor 30 Jahren*) die Nerven des Plexus chorioid. inf., die unmittelbar aus dem verlängerten Marke in das genannte Gewebe eintreten, studierte, war ich von der Fülle der Gefässe und der Nervenfasern und selbst von peripheren Glanglienzellen überrascht, die in diesem Organe mit unbekannter Leistung anzutreffen sind. Die Nerven treten an die Gefässe heran und lösen sich auch in den aus endothelartigen Zellen bestehenden Flocken dieses Gewebes auf. Sie stehen mit ihren Enden mit diesen Zellen in engster Verbindung.

Da jeder biomechanischen Vorrichtung eine Verrichtung entsprechen muss, so fragte ich mich, welches die Leistung dieses Organes sei. Die Antwort, die wir uns geben müssen, ist die, dass die Plexus chorioidei — so wie die Zellen der Meningen — Absonderungsorgane der cerebro-spinalen Flüssigkeit seien, dazu bestimmt, den Gehirndruck zu regulieren. Sinkt derselbe, so sondert die Drüse Flüssigkeit ab, steigt er, so wird die Kammer- und Oberflächenflüssigkeit aufgesaugt. Die Nerven der Zellen regen also einerseits die Absonderung der Zellen an und zwar wenigstens teilweise dadurch, dass die Aufhebung des Druckes auf reflektorischem Wege diese Reizung bedingt. Andererseits lösen sie reflektorisch die Cirkulation an. Ausser den Gefässnerven verlaufen also in diesen flächenförmigen Nerven sowohl auf- als absteigende Bahnen.

Wenn auch nicht geleugnet werden soll, dass hin und wieder der Hydrocephalus externus und internus durch krankhafte Reizung zu stande kommt und dann auf das Gehirn drückt, so muss doch im allgemeinen derselbe als der Ausdruck verminderten Gehirn-

*) „Ueber die Innervation des Plexus chorisidens inf." Virchow's Archiv, Bd. LIX.

drucks angesehen werden. Man weiss aber, dass widersinniger-Weise in der Regel die entgegengesetzte Annahme gemacht wird. Würde allgemein die richtige Ansicht gelten und die wichtige Reguliervorrichtung nicht völlig missverstanden werden, so würde viel Widersinniges über Gehirndruck, das sich massenhaft in der Litteratur vorfindet, weder gesagt noch geschrieben worden sein*).

Andererseits drängen uns Thatsachen das Bedürfnis auf, einen solchen reichlichen Nervenapparat zu suchen, wo er bis jetzt nicht im vollen Umfange bekannt ist, nämlich in der Endothelschichte der Gefässe. Dass dieselben wirklich Nerven besitzen, ist bekannt und man hat denselben bisher eigentlich nur die Eigenschaft wegführender Leitung zuerkannt. Dass die Natur dieselben geschaffen habe, damit bei Erkrankungen stenocardieartige Schmerzen zu stande kommen, ist der Auffassung eines Mönches aus einem Büsserorden jedenfalls kongenialer als eines Naturforschers. Die Nerven müssen also zu einer Leistung der Endothelien in Beziehung stehen.

Aus den gleichlaufenden Ergebnissen der Versuche von Richardson und Brücke ist zu schliessen, dass die Endothelzellen eine grosse Flächendrüse darstellen, welche Stoffe ins Blut absetzt, welche die Gerinnung desselben verhinderte und also zunächst Ammoniak lieferte.

Dazu ist aber ein komplizierter Nervenapparat nötig. Wird die Alkalescenz des Blutes durch Vorgänge innerhalb des Körpers irgendwo gefährdet, so muss von diesen Orten aus die Endotheldrüse in grosser Fläche angeregt werden. Die Nerven der Endothelien repräsentieren also zunächst zuführende Drüsennerven. Dass sie auch als wegführende Reize wirken, kann ja nicht bezweifelt werden, und diese wegführende Innervation hat gewiss im gesunden Zustande die Aufgabe, überhaupt dem Drüsencentrum den Zustand der Alkalescenz des Blutes zu signalisieren**).

Dass auch sonstige Alkalien, besonders Kalk von der Endotheldrüse dem Blute zugeführt werden, dafür spricht die Neigung der Gefässoberfläche zur Verkalkung. Wenn auch dieser

*) Ausführliche Erörterung dieser Frage in der Abhandlung „Ophthalmologische Studien", p. 687 etc. (Graefe's Archiv, Bd. XLIII, 1897).

**) Den Gedanken, dass die Gefässinnenfläche ein Drüsenorgan seien, hat, wie mir Max Neuburger mitteilt, schon der ältere Darwin ausgesprochen. Der Gedanke ist gewiss auch berechtigt, dass überhaupt ein Teil der unorganischen Bestandteile des Blutserums mit Hilfe dieses Organs ins Blut gelange. Heidenhein hat ebenfalls diese Auffassung gehabt, dass die Endothelien absondernde Drüsen sind, weil sonst die Hemmung der Blutgerinnung durch sie nicht verständlich wäre.

Niederschlag in der Regel erst eintritt, wenn die Intima entartet und so die Leistung der Endothelschicht gestört wird, so glaube ich doch, dass umgekehrt der Niederschlag eine degenerative Reizung der Intima hervorrufen kann. Wir begreifen jetzt, wie so ein aufgeregtes Leben und wie ein Nervenshock z. B. bei der traumatischen Neurose die Verkalkung hervorrufen und beschleunigen kann.

Auch der Kalkhunger der Chlorotischen wird gewiss durch die Endothelnerven vermittelt.

Leider sind die thatsächlichen Verhältnisse der Innervation der Gefässendothelien — trotz Dogiel und seinen Mitarbeitern — noch zu wenig erforscht und nur die Innervation der Endothelien des Herzens mehr berücksichtigt.

IIc. Die Nervenfernwirkung in der Biomechanik des Wachstums.

Ich werde in einem späteren Abschnitte der Biomechanik das Wachstums allseitig erörtern.

Hier soll nur das interessante Verhältnis der Anpassung des Wachstums der Hüllen zu jenem der gedeckten inneren Organe erörtert werden.

Wir wollen die Frage aufwerfen, ob das Nervensystem als Fernwirkungsvorrichtung eine Rolle bei dieser Anpassung spiele?

Wir können die Frage auch so stellen: Wirkt der Wachstumsreiz der gedeckten Organe durch Nerven derartig auf die Hüllen. dass der innere Reiz auf einem Nervenwege einen Oberflächenwachstumsreiz auslöst?

Wir wollen diese Frage eben nur in Bezug auf Gehirn und Schädel und auf den Einfluss des Wachstums der inneren Organe auf die Haut stellen.

Ich wäre wohl nie dazu gekommen, diese Frage aufzuwerfen und sie scharf zu fassen, wenn nicht die klinische Beobachtung dazu geführt hätte, zu fragen: Was geschieht, wenn an die Stelle des Wachstumsreizes ein krankhafter tritt?

Bei Herderkrankungen im Innern des Gehirns sehen wir Kopfschmerzen auftreten, welche den Charakter der örtlichen, oberflächlichen haben und die in der Regel mit Empfindlichkeit gegen Druck und Beklopfung verbunden sind*). Wir haben also

*) Roentgenstudien, die ich soeben mache, zeigen, dass diesen Kephalalgien oft Verdickung der Knochen entspricht.

eine Projektion des inneren Reizes an die Oberfläche — eine „Mitempfindsamkeit“, ein „Mitleiden“ von uns. Es ist natürlich, dass auch der Wachstumsreiz auf diesem Wege an die Oberfläche projiziert wird und alle die verwickelten Vorgänge auslöst, die zum Wachsen und Anpassen vor allem der Knochenhülle nötig ist.

Dieselben Nerven führen aber auch die Reize von der Oberfläche in die Tiefe; sie enthalten also zu- und abführende Leitungsbahnen.

Aehnliche Projektionen beobachten wir bei Erkrankung innerer Organe auf die Hautnerven, auf die Head aufmerksam gemacht hat.

Am lehrreichsten sind die Projektionen auf die Nerven der Dornfortsätze, die lange Zeit die Aerzte in hervorragender Weise beschäftigt haben und die als „Spinalirritation“ lange überschätzt wurden, bis sie durch die Untersuchungen von Türk auf ihr richtiges Mass zurückgeführt wurden. Diese nach aussen projizierte Empfindlichkeit, die in Nerven vor sich geht, die wir nur als einwärts- und nicht als auswärtsleitende angesehen haben, hat aber durch die Untersuchungen noch eine andere Bedeutung erlangt. Türk hat nachgewiesen, dass Druck auf diese Punkte in entgegengesetzter Richtung einen Einfluss auf die krankhaften Erscheinungen der Organe hat, deren Erkrankung jene Empfindlichkeit nach aussen projiziert hat*).

Diese gegenseitige Projektion wurde von genialen Empirikern seit jeher erkannt und daraus entstand die Methode der Behandlung durch sogenannte Gegenreize und die meisten unter ihnen fanden die Orte, von denen allein solche Gegenreize wirksam ausgelöst werden konnten. Alle diese Thatsachen zeigen uns die Nervenbahnen, auf welchen der innere Wachstumsreiz auf die Oberfläche wirkt, immer auf Bahnen, die wir bisher nur als einseitig leitend angesehen haben.

III. Die Trophoneurosen.

Der genannte Doppelsatz vom Einflusse der Nerven auf alle Lebensäusserungen der Zelle und von der doppelsinnigen Leitung der Nerven öffnete uns auch mit einem Schlage den

*) Es versteht sich von selbst, dass nicht bloss Ueberempfindlichkeit, sondern auch der entgegengesetzte Zustand projiziert werden kann. Es ist mir schon vor 40 Jahren aufgefallen, dass zwar bei akuten Entzündungen der Gelenke die Empfindlichkeit der Haut über denselben erhöht ist, dass aber bei chronischen Entzündungen die Empfindlichkeit herabgesetzt ist.

Einblick in die Trophoneurosen. Dass vasomotorische Neurosen — am wenigsten einfache Reiz- oder Lähmungszustände — und zwar auch koordinierte Vasomotorenreizung eigentliche Trophoneurosen nicht erklären können, ist wohl heute bereits allgemein anerkannt. Es muss noch immer eine Reizung der Gewebe von seiten des Nervensystems hinzukommen, die wie eine sonstige örtliche Reizung wirkt, um Trophoneurose zu erzeugen.

Betrachten wir die einzelnen Lebensäusserungen der Zellen unter dem Gesichtspunkte des ersten Satzes, so stossen wir zunächst auf den möglichen Einfluss auf das Wachstum. Volles Gedeihen oder Zurückbleiben kann unter dem Einflusse der Nerven stehen.

Zunächst wird unter der genannten Voraussetzung die Zellvermehrung beeinflusst werden. Ueppige oder geringe Fruchtbarkeit oder Unfruchtbarkeit kann die Folge des Nerveneinflusses sein und zwar nicht bloss in den Zeitläufen des wachsenden Organismus, sondern durchs ganze Leben. Eine krankhafte Reizung wird Wucherung erzeugen können und da der Reiz ein anderer als der im gesunden Zustande ist, so werden die Menge und die Eigenschaften der Neugebilde ein vom normalen Typus abweichender sein können.

Der gesetzte Nervenreiz in den Geweben wird aber den Saftstrom und das Nervensystem desselben in seinen Dienst pressen, wie wenn der Reiz von den Zellen unmittelbar ausgehen würde; wir haben also Cellularpathologie, geschürt von Nervenreiz vor uns.

Wir brauchen das Bild aller anderen Einflüsse des Nervensystems auf die Zellen nicht noch einmal aufzurollen, um zu zeigen, welche schwerwiegende Ernährungsveränderungen durch sie hervorgerufen werden können. Eine grosse Zahl dieser Fälle ist aber nur verständlich, wenn wir das Prinzip der doppelsinnigen Leitung zu Hilfe nehmen.

Der Abschnitt der Fernwirkungen im gesunden Zustande kann nicht abgeschlossen werden, ohne der Fernwirkung des gesamten Organismus auf Samen und Ei zu gedenken.

Ausser den a priori ererbten Eigenschaften kommen zahllose sozusagen biographische Vorkommnisse in Betracht. Hierher gehören das absolute und relative Alter, der Ernährungs- und Gesundheitszustand der Eltern und besonders der Mutter im Zustande der Schwangerschaft und des Säugens, der Zustand der Zeugungskraft des Vaters etc. etc.

Wir wissen aber auch, dass der spezielle Zustand — der angeborene und erworbene – jedes Organs, besonders auch des Gehirns und des ganzen Nervensystems, von Einfluss ist. Es finden also zahllose Fernwirkungen bei dem Enstehen des Samens und des Eies statt und diese Fernwirkungen werden geübt einerseits durch die kolossal bunte Zusammensetzung des Blutserums mit seiner Welt von Zellschollen und andererseits durch die Uebertragung zahlloser Einflüsse von allen Zellen des Körpers mittelst der Nerven auf die Mutterzellen von Samen und Ei.

IV. Die krankhafte Fernwirkung innerhalb des Centralnervensystems.

Dem Kenner des Baues des Centralnervensystems muss es eigentlich auffallen, dass es Erscheinungen von isolierter Leitung giebt und dass nicht die allgemeine Diffusion die Regel sei. Die Möglichkeit der isolierten Leitung beruht bekanntlich darauf, dass gewisse Nerven nur bestimmte Reize aufnehmen und in bestimmter Richtung fortleiten und überleiten können. Es besteht sozusagen eine „Konsonanz“ zwischen Reiz und Leitung.

Wir müssen uns nun fragen, ob nicht für krankhafte Reize andere Bedingungen für Fortleitung bestehen, als im gesunden Zustande.

Diese Frage warf ich schon vor 40 Jahren beim Studium der symptomatischen Papillitis n. optici, die wir bei Herderkrankungen des Gehirns so häufig finden, auf. Dass alle Fortleitungs- und Drucktheorien falsch seien, war mir von Anfang an klar und ebenso, dass es sich um „Fernwirkung“ durch einen unbekannten Mechanismus handle, da diese Folgeerscheinung auftrat, ohne durch Kontiguität und Kontinuität und in vielen Fällen auch ohne durch speziellen physiologischen Zusammenhang bedingt zu sein.

Die Erscheinung der Papillitis symptomatica ist aber nicht vereinzelt. Wir sehen bei Herderkrankungen des Gehirnes auch noch andere derartige Ausbreitungen ohne Kontiguität, ohne Kontinuität und ohne bekannten physiologischen Zusammenhang, also ein Ueberspringen des Prozesses durch einen unbekannten Mechanismus.

Besonders interessant werden diese Ausbreitungen bei Neubildungen bei denen die folgeweisen Erkrankungen einen anderen anatomischen Prozess repräsentieren, als den ursprünglichen, und

unter diesen Ausbreitungsprozessen, die teilweise wieder nicht an eine Kontiguität, Kontinuität und physiologischen Zusammenhang geknüpft sind, interessieren uns besonders die Erweichungsherde.

Wir können den Satz aussprechen: Krankhafte Reize befolgen nicht die Gesetze der physiologischen Fortleitung; sie können nach allen Richtungen hin durchbrechen.

Wir können weiter aus den Thatsachen den Satz ableiten, dass nicht alle Stellen, zu denen die Reizung gelangt ,Krankheitserscheinungen zeigen, sondern dass nur bestimmte Bahnen und Stellen „reizempfindlich" sind und diese erkranken so, als ob ein lokaler Reiz an ihnen thätig wäre.

Ohne den Satz der doppelsinnigen Leitung der Nerven sind alle diese Thatsachen unverständlich.

Besonders lehrreich wird dieser Satz für die Auffassung der so mannigfachen rätselhaften und paradoxen Erscheinungen der Hysterie. Mit Zustimmung von Charcot habe ich das biomechanische Wesen der Hysterie als erhöhte Erschütterbarkeit des Nervensystems bezeichnet und bei der Fortleitung der Reize handelt es sich hier nicht eigentlich um besondere Reize, sondern um besondere Fortleitungen und Ausbreitungen derselben.

Mit Hilfe des Satzes von der doppelsinnigen Leitung der Nerven und der veränderten Leitungsfähigkeit durch die höhere Erschütterbarkeit wird uns vor allem die Projektion von sensiblen Reizen, von Cirkulationsstörungen — bis zum Auftreten von „Stigmata" — und von ungewöhnlichen Absonderungserscheinungen und Konvulsionen von den Centren der Einbildungskraft und des Willens aus klar. Ebenso klar wird uns verständlich, dass die Einbildungskraft und der Wille Erschütterungen auslösen, welche Unempfindlichkeit und Lähmungen bedingen.

Die ungewöhnliche Erschütterbarkeit verzweigt auch Reize in Bahnen, die im physiologischen Zustande für sie unzugänglich sind. Aber nicht nur Reize, die vom Seelenorgane ausgehen, sondern alle, die von irgend einer Körperstelle aus angeregt werden, zeigen diese paradoxen Ausbreitungen.

Die Erschütterbarkeit der Nerven kann auch bei nicht vorhandener besonderer Veranlagung durch ungewöhnlichen seelischen und mechanischen Shock hervorgerufen werden und es entwickelt sich daraus z. B. die traumatische Hysterie mit allen ihren Paradoxen.

Mir scheint immer, die Natur habe die Hysterie als eine Satyre auf unsere theoretische Genügsamkeit geschaffen; sie giebt uns durch dieses Leiden immerfort Signale, welche uns das Ungenügende unserer Kenntnisse und Anschauungen zum Bewusstsein bringen sollen. Leider führt pharisäische Hochmut bei mangelhafter Gewissenhaftigkeit zu geistigen und sittlichen Verirrungen in der gerichtsärztlichen Expertise bei der traumatischen Neurose.

Auch die Hypochondrie beruht einerseits auf erhöhter Erregbarkeit des Sensorium commune und auf erhöhter Leitungsfähigkeit innerhalb der Nerven, welche eine besondere Ausbreitung der Reize bedingt und anderseits auf der Projektionsmöglichkeit der Einbildungsreize auf die verschiedenen Körperteile.

V. Die Neuronenfrage.

Ohne klare Stellung zu der wichtigen Frage der Neuronen ist ein geordnetes biomechanisches Denken über die Leistungen des Nervensystems im gesunden und kranken Zustande unmöglich. Der eigentliche Schöpfer der Neuronenlehre ist Gall, der bereits die klare Vorstellung hatte, dass sich die Nerven in den grauen Massen auflösen und dort quasi welche neu entstehen. Als die Mikroskopie nach ihm zur Geltung kam, hatte man die Anschauung, dass die Nervenfasern in die Zellen ein- und an einer anderen Stelle wieder austreten. Die Ganglienzellen waren sozusagen als Anschwellungen um den Zellkern der Nervenfasern gedacht. Diese Anschauung konnte keinen denkenden Physiologen, Kliniker und Psychologen befriedigen. Der Physiologe und Kliniker kannte die Ausbreitung von Reizen von einem Nerven auf die verschiedensten Zellengebiete, der Kliniker kannte die koordinatorischen und associatorischen Neurosen, bei denen Zusammen- und Auseinanderlegungen von Reizen stattfinden und der Psychologe vollends hatte das anatomische Bedürfnis der weitgehendsten Associationen, also von Verbindungen und Zusammenlegungen der Reizelemente. Auf der Naturforscherversammlung 1867 in Frankfurt a. M. machte Gerlach — der eigentliche, unbegreiflicherweise ignorierte Entdecker der Neuronen — die ersten Mitteilungen. Er demonstrierte — in separater Weise Griesinger und mir — seine tadellosen Neuronenpräparate aus dem Rückenmarke und es konnte sofort kein Zweifel bestehen, dass

hier ein allgemein giltiges Schema der Beziehungen zwischen den herantretenden Nerven und den Zellen und umgekehrt vorliege.

Dadurch wurden die Thatsachen anatomisch verständlich, dass Reize von einem Nerven auf viele Zellen und umgekehrt übertragen werden. Seitdem dachte ich in Neuronen und ich stellte mir mechanisch diese Uebertragung ohne direkten Zusammenhang als Ueberspringen wie bei der Reibungselektrizität vor, wobei die abgebenden und aufnehmenden Geflechte noch die Rolle von Akkumulatoren übernahmen, indem durch diese Anordnung die Reize eine gewisse Stauung abwarten müssen, bis sie überspringen können.

Vorübergehend wurde das wissenschaftliche Gewissen beunruhigt, als Max Schultze im Stricker'schen Handbuche der Gewebslehre den Nachweis zu liefern schien, dass die Ganglienzellen eigentlich nur Nervengeflechte darstellen und die Leistung dieser Geflechte unter diesen Umständen als Gelegenheit zur Umlagerung angesehen werden musste.

Man beruhigte sich aber und ging nach den Veröffentlichungen Golgi's zur Neuronentagesordnung über.

Nach den Arbeiten von Apathy geht das nicht mehr an.

Mich persönlich regte weder Max Schultze noch Apathy auf.

Vor allem huldigte ich von jeher dem kritischen Grundsatze, nur dann solche Schlussfolgerungen aus feineren geweblichen und Faserungsangaben, oder aus Versuchen, oder aus pathologisch-anatomischen Ergebnissen, oder aus klinischen Erscheinungen als gesichert anzusehen, wenn alle zugehörigen Thatsachen aus allen diesen Erkenntnisgebieten zusammenstimmen.

Ich halte es für eine verhängnissvolle Verirrung der Gewebslehrer, wenn sie aus Versuchen, aus Leichenbefunden oder aus Thatsachen am Krankenbette gewebliche Verbindungen und Trennungen erschliessen und als gewebliche Lehren hinstellen. Die Physiologen, Kliniker u. s. w. verfallen dann leicht — man erfährt dies tagtäglich — in die Verirrung, die Schlussfolgerungen der Gewebslehrer als feststehende Thatsachen hinzunehmen. Wir dürfen aber auch keine Thatsache und besonders keine anatomische Thatsache ignorieren, weil sie uns nicht passt oder weil sie uns unverständlich ist. Höchstens dürfen wir desto schärfer die kritische Sonde anlegen.

Ich sagte mir also, wenn die Lehre von Apathy richtig ist, dieselbe aber uns unverständlich wäre, so müssen wir abwarten,

bis unsere Erkenntnis und unser Wissen für dieselbe reif ist und wir müssen indessen unsere Erfahrungen und Erkenntnisse unvoreingenommen und mit dem Bewusstsein unvollkommener Deckung durch die Gewebslehre für sich scharf sachlich darstellen und anordnen.

Zum Glücke für die Neurophysiologie und Neuropathologie steht die Sache nicht so schlimm.

Wenn die Lehre von Gerlach-Golgi richtig ist, finden die Uebertragungen und Verknüpfungen nach dem Prinzip der Fortpflanzung von Reibungselektrizität aus freien Spitzen und Flächen statt. Wenn Schultze-Apathy recht haben, dann finden die Uebertragungen und Verknüpfungen nach dem Grundsatze der Uebertragungen durch Induktion statt. Der Physiologe, Psychologe und Kliniker kann die endgiltige Entscheidung der Gewebslehrerschlacht ruhig abwarten; wir Unbeteiligten können als Chorus unser Denken vorläufig nach beiden Systemen leicht einrichten. Hatte doch der geniale Meynert schon längst geäussert, es seien vielleicht die Endgeflechte in der Oberfläche des Gehirns und nicht die Ganglienzellen die eigentlichen seelischen Associationencentren.

VI. Einige allgemeine biomechanische Gesetze.

a) Das Grundgesetz der Lebensäusserungen.

Dieses Gesetz wurde, wie bereits in der Einleitung angedeutet wurde, zuerst für die verwickeltste Art der Lebensäusserungen, nämlich der seelischen, und zwar von den grossen Dichtern, den hervorragendsten Geschichtsschreibern, besonders des 19. Jahrhunderts. und von den grossen Erziehern aller Kulturzeiten erkannt und mehr oder minder klar ausgesprochen und es sei hier sicher formuliert.

In erster Linie massgebend für das Entstehen und die Art jeder Lebensäusserung ist die angeborene „Anlage“, die eigentliche „Natur“ des Menschen. Ohne und gegen diese Anlage giebt es keine Entwickelung. An die Anlage oder „Natur“ reihen sich jene Einflüsse, welche in der mächtigsten Weise die Entwickelung und Aeusserungen des Seelenlebens bedingen und jedem Einzelnen eine Gestaltung und Ausbildung geben, die der geniale Volksmund als „zweite Natur“ bezeichnet. Es sind dies die herrschenden Weltanschauungen und die massgebende sittliche durch das Gesetz festgelegte Empfindungsweise, die be-

herrschenden ökonomischen und sozialen Verhältnisse, die Gesamterziehung, die aufgezwungene Lebensstellung, die mächtigsten physikalischen Bedingungen des Milieu u. s. w. Es handelt sich hier zwar um Entwickelung, aber um solche, welche fast so massgebend ist, wie die Anlage selbst.

Ausserdem kommen (drittens) andere, minder mächtige Entwickelungsthatsachen in Betracht und ferner (viertens) „gelegentliche Anregungen".

Bezeichnen wir nun jede Lebensäusserung („Manifestation") mit M, die Anlage oder „Natur" mit N, die „zweite Natur" mit N', die minder eindringlichen Entwickelungseinflüsse mit E und die gelegentlichen (occasionellen) mit O, so müssen wir sagen: jede seelische Manifestation — sie sei aus dem Bereiche des Verstandes, des sittlichen oder künstlerischen Fühlens oder des Wollen und Handelns — sei abhängig oder eine Funktion (f) von N, N', E und O und zwar kann jedes dieser Abhängigkeitsglieder der Lebensäusserung förderlich (positiv) oder hemmend (negativ) sein.

In mathematischer Form lautet also die Gleichung:

$$M = f(\pm N, \pm N', \pm E, \pm O).$$

Diesen Gedankengang brachte ich in die Medizin mit. Nach und nach erkannte ich, dass diese Formel die ganze lebende Welt, jeden Organismus, jedes Organ und jede Zelle beherrsche und zwar alle Wachstumsverhältnisse, alle Leistungen, die Ursachen und den Verlauf der Erkrankungen, die Geburt wie den Tod. Man hätte dies von vornherein erkennen müssen, wenn man allgemein klar eingesehen hätte, dass die beherrschenden Gesetze des Seelenlebens eben dieselben sind, welche für alle Lebensäusserungen massgebend sind.

Wie wichtig es ist, dass diese Formel jedem Mediziner Tag und Nacht vorschwebe, zeigt die Geschichte der Heilwissenschaft auf jedem Blatte. Man erinnere sich nur, wie widersinnig im ersten Rausche der bakteriologischen Errungenschaften und wie widerspruchsvoll mit allen bereits errungenen Früchten der Denkmethodik in der Medizin die Ursachenlehre der mit den Seuchenzwergzellen in Verbindung stehenden Krankheiten entstellt wurde. Man vergass ganz, dass auch bei den heftigsten Giften die Veranlagung eine grosse Rolle spiele, dass z. B. der Mensch blitzartig durch Cyankalium getödtet wird, während ein Elefant zweiundeinhalb Kilo braucht, um zu Grunde zu gehen. Wieviel Unsinn wäre über die Ansteckungsgefahr durch die Koch'schen

Tuberkelkörperchen nicht gesagt worden, wenn man nach obiger Formel die angeborene Veranlagung, die „zweite Natur" durch vorausgegangene Krankheiten, schlechte Wohnung und Nahrung u. s. w. beachtet hätte.

Fällt es doch weiter noch heute selbst den engsten Fachleuten so schwer, die Beziehungen zwischen ursprünglichen Wachstums- und Entwickelungsanlagen und ihren Störungen klar aufzufassen.

Die obige Formel soll jedem Mediziner so geläufig sein, wie eine Glaubensbekenntnisformel.

b) Das biomechanische Minimalgesetz.

Das biomechanische Minimalgesetz lautet: Die Natur erreicht ihre Zwecke mit dem geringsten Aufwande (Minimum) von Kraft, Zeit und Raum und mit dem geringsten Verbrauch des geeignetsten Stoffes in den geeignetsten Raumverhältnissen.

Für jeden wissenschaftlichen Denker hat dieser Satz, so wie er ausgesprochen ist, den Wert eines Axioms.

c) Das biomechanische Luxusgesetz.

Das soeben ausgesprochene Axiom scheint auf den ersten Blick ebenso selbstverständlich, als — irrtümlich zu sein. Wenn wir die mächtige Muskelmasse des Herzens betrachten und sehen, wie wenig ausgiebig seine Zusammenziehungen sind, wenn wir die Ausdehnung der Lungen eines Menschen in einem Anfalle von Atemnot mit jener beim gewöhnlichen Atmen vergleichen, wenn wir die Leistungen der Verdauungsdrüsen eines Gewohnheits- oder Gelegenheitsschlemmers jenen eines hungernden armen Schluckers gegenüberstellen, ferner die Leistungen der Nieren nach einer Kneipe jenen eines alkoholfreien Abends, wenn wir die Geistesleistungen in anregenden Zeiten und bei anregenden Gelegenheiten jenen in Zeitläufen der Erschlaffung und in einem geistestötenden Milieu gegenüberstellen, so glauben wir uns eingestehen zu müssen, die Lebewesen und ihre Leistungseinheiten seien im Gegensatze zu dem Minimalgesetze mit einem Ueberschusse von Stoff und Kraft, also nach einem Grundsatze einer „Luxusanlage" gebaut.

Bei reiflichem Ueberlegen werden wir aber den Wert und den Sinn dieses scheinbaren „Luxus" bald erkennen. Die Lebewesen und ihre einzelnen Leistungseinheiten sind mehr oder minder „Dauergeschöpfe" und den Vorrat von Stoff und Kraft müssen die Augenblicksleistungen überdauern können.

Wir haben schon gesehen, wie der Kampf der erhaltenden Kräfte gegen den Verbrauch von Eigenstoff und Eigenschaft die „Ermüdung“ erzeugt und wir haben gesehen, dass „Hemmungsnerven“ diesen Sieg der Erhaltung unterstützen. Dies gilt nicht nur für die geistigen und Nerven- und Muskelleistungen, sondern für alle Leistungseinheiten bis herab zur Zelle. Das „Ermüdungsgefühl“ und verschiedene Unbehagensgefühle und mächtige Reaktionen sind weitere Sicherheitsventile für den Weiterbestand. Ohne „Luxusanlage“ kein Bestand. Das oben citierte Axiom gilt für das Gesamtleben; der Widerspruch mit ihm ist daher nur scheinbar.

Die Thatsache des jedesmaligen Teilaufwandes führt zu weiteren Fragen.

Man steht hier vor einer Doppelmöglichkeit (Alternative). Entweder alle Bauelemente einer Einheitsleistung arbeiten nur mit einem Teile ihres Eigenstoffs und ihrer Eigenkraft oder es findet eine „Schichtarbeit“ statt, d. h. in jedem Momente der Arbeit wird nur ein Teil der Elemente, beziehungsweise der Oberfläche in Anspruch genommen. Zweifellos kommen beide Formen vor. Schon bei der Zellarbeit kann die Frage aufgeworfen werden, ob die ganze Zelle an der Arbeit teilnimmt oder nur „Seitenketten“.

Diese Frage bei der Zellarbeit ist sehr verwickelt. Jede Zelle besteht gewiss aus einer grossen Anzahl verschiedener Atomgruppen, die eine gewisse Selbständigkeit der Leistung und des Ersatzes haben. Ebenso nahe liegt es, anzunehmen, dass derlei Atomgruppen gleicher Art nicht für sich gesondert angehäuft sind, sondern verstreut liegen. Bei einer Schichtenarbeit der Zellen können daher entweder die wesentlich verschiedenen Gruppen für sich allein in Anspruch genommen werden oder von derselben Art immer nur ein Teil und dieselbe Mannigfaltigkeit des Verhaltens kann bei der Ernährung der Zelle eine Rolle spielen.

Noch näher wie bei der Zelle liegt die Frage z. B. bei der Muskelarbeit. Werden bei einer solchen alle Elemente mit einem verhältnismässig gleichen Teile an Leistung in Anspruch genommen oder benutzt die Natur auch einen langen Muskel als einen kurzen und einen breiten als einen schmalen?

Die Unabhängigkeit der Innervation für die willkürliche Verkürzung der Muskeln (für die Hubhöhe [h]) von der aufzuwendenden Hebekraft (m), also der beiden Glieder h und m in

der physiologischen Watt'schen Formel (h · m · t)*) spricht für den Bestand und die Verwendung des Prinzips der „Schichtenarbeit“ und Henneberg hat dies für den Muskelapparat direkt nachgewiesen**).

Durch solche „schichtweise“ Muskelthätigheit wird die atmende Oberfläche der Lunge nur zum Teil oder in grosser Ausdehnung in Anspruch genommen und auch der Umstand, dass für gewöhnlich nur Teilfüllung des Haarröhrchennetzes der Gefässe stattfindet, bedingt eine Schichtenarbeit der Ernährung und Ausscheidung. Dass bei Gehirnarbeit immer nur ein Teil der Elemente in Anspruch genommen wird, ist aus den Thatsachen leicht zu erkennen.

VII. Biomechanik des Wachstums.

Wachsen ist ein Fortschreiten im Raume, also eine Bewegung. Diese Bewegung ist aber nicht eine bloss von der Triebkraft der Zellen bedingte, sie hängt vielmehr auch von anderen verschiedenen Einflüssen ab. Sie ist also im Sinne der Mechaniker eine virtuelle. So spielen die Schwerkraft und der Widerstand des Milieu eine Rolle, ferner bei vielen lebenden Organismen Wärme und Licht. Vor allem aber sind wichtig die Anpassung des Wachstums an den ernährenden Saftstrom, der Zusammenhang der Körperteile unter sich und die Anpassung an die Leistungsaufgaben. Als Beispiele für letztere können die Entfaltung der Gehirnrinde im Verhältnis zu den zu- und abführenden Nerven, die Verzweigung der Bronchien zur passenden Atemfläche, das Auswachsen der Gefässe im Verhältnis zu den zu versorgenden Organen u. s. w. angeführt werden. Leistung und Wachstum sind eben eng verbundene Ereignisse, wie dies bereits von genialen Männern, wie Roux und Julius Wolff, nachgewiesen wurde.

Wir wollen hier zunächst die aus diesen verwickelten Trieb- und Hemmungskräften hervorgehenden hauptsächlichsten Wachstumsformen darstellen.

Bei dem vorwaltendem Wachstum in einer Richtung sehen wir in der Regel die Richtungslinie (Achse) sich krümmen und

*) Siehe meine Abhandlung „Tabesfragen“ (Wien und Berlin 1901 bei Urban und Schwarzenberg), p. 36 f.: Die m-Innervation geht durch das Kleinhirn, die h-Innervation auf einem ganz andern Wege.

*) Siehe dessen Abhandlung: „Ruhende und thätige Muskelzellen in der Arterienwand“ (Wiesbaden 1901, bei Bergmann).

sich bei weiterem Fortschreiten in eine Reihe von Krümmungen, die in verschiedenen Ebenen liegen können, auflösen. Ausser kreisförmigen Bogen kommen auch gewiss parabolische, vielleicht auch elliptische und sonstige zustande. Jedenfalls haben wir es mit streng geometrischen Gesetzen zu thun. Die Wachstumsrichtungslinien können sich auch teilen und zwar auch vielfach an bestimmten Punkten und innerhalb bestimmer Ebenen und in verschiedenen Höhen und so treten die Verzweigungen ein. Es können auch in cylindrischen Gebilden in verschiedenen Breiten eines Querschnittes einzelne Teile zu selbständigen Richtungslinien werden und dieser Vorgang spielt sich z. B. bei der Bildung der Aeste und Zweige in der Pflanzenwelt ab. Diese mit sekundären Richtungslinien zusammenhängenden Teile können im Kampfe ums Dasein benachbarte Teile zu Grunde richten, wie wir dies an alten Oelbäumen und besonders schön am Aussterben der unteren Aeste, z. B. bei Nadelhölzern, beobachten.

In der Tierwelt sehen wir eine solche Teilung der Richtungslinie z. B. beim Auswachsen der Chorda — der cylindrischen Anlage des Gehirns. Wir sehen die Hohlachse hirnwärts bald nach zwei Richtungen auseinanderweichen und in verschiedensten Krümmungen in verschiedensten Ebenen — repräsentiert durch die Hirnhöhlen — auswachsen.

Die Grundform der Durchschnittsflächen lebender Gebilde ist meist eine sphärische und ihre Ausdehnung — ihr Wachstum — erfolgt meist so, dass sich aus Teilen der Krümmungsoberflächen neue Krümmungen emporheben und dies von den meisten Stellen und meist vielfach, so dass die ursprünglichen Krümmungsbogen sozusagen mehrere Stufen der Hervorwölbungen (Generationen) aufzuweisen haben.

Bei diesem Sachverhalte sind natürlich die meisten — nicht cylindrischen — lebenden Gebilde gekrümmte blasenförmige Körper und sie wachsen durch Hervorwölbung von neuen blasigen Gebilden in meist verschiedenen aufeinander folgenden Stufen. Auch die cylindrischen Körper haben gewönlich eine vielfach gekrümmte Umrandung, wie man dies am lehrreichsten an Durchschnitten eines Baumes mit seinen Jahresringen sieht und viele cylindrische Gebilde haben einen blasigen, mehrfach geschwungenen Abschluss. Letzteren beobachtet man am schönsten an den Gelenkenden der Knochen und darum stellen die Gelenke, wie ich nachgewiesen habe und wie man auch so schön an Röntgenbildern der Gelenke sieht, Zahnradbahnen für die Gelenkbewegung dar,

wobei die entsprechenden Zahnmütter und Zahndornen sich gegenseitig entsprechen. Die Bewegungen der Gelenke gehen in jedem Moment nur in einem Zahne und von Zahn zu Zahn vor sich.

Das Gesetz der sphärischen Umrandung zeigt sich auch sehr schön an den Stengeln der „viereckigen“ lippenblütigen Pflanzen. Die „Ecken“ stellen sich als säulenförmige Kanten dar und die Seitenflächen zwischen den Ecken als konkave Rinnenbogen.

Es ist kein Zufall, dass „eckig“ ein Ausdruck von unschön ist und dass wir das Abgerundete als schön empfinden. Es handelt sich um einen Wiederschein aus unserem seelischen Spiegel, der die Bilder aus der Natur auffängt und wiedergiebt.

Ich war nicht wenig überrascht — zuerst bei meinen Studien an Schädeln — und später an jenen der Umrandung von Längsknochen und an den Gelenksflächen, dass diese Oberflächenkrümmungen und Blasenbildungen streng geometrische Gesetze befolgen und dass alle Kanten und Vertiefungen durch Aneinanderstossen von Bogen zustande kommen und dass jeder Schnitt eine gewisse, stetig bleibende Anzahl von Bogen nachweist. Das gesetzlich Unveränderliche bildet am ausgebildeten Organe die Anzahl der Bogen. Veränderlich sind der Krümmungshalbmesser, die Länge der Bogen, die gegenseitige Neigung der Sehnen und die Lage des Mittelpunktes, z. B. nach aussen oder innen. Darum können statt Bögen auch gerade Linien auftreten und nach innen konkave Bogen bei andern Individuen nach aussen konkav sein. Mit diesen Veränderlichkeiten erzielt die Natur die unendliche Mannigfachheit der Individualisation bei Einhaltung bestimmter Grundgesetze. Vorläufig fand ich lauter Kreisbogen als Grenzlinien; wahrscheinlich gehören viele dieser Kreisbogen verschiedenen Krümmungsformen an.

Wenn einmal die Baukunde der lebenden Wesen eine echte Wissenschaft sein wird, wird man auch die Formeln für die Gesamtform der Organe finden.

Als ich einst in einem wissenschaftlichen Vereine bemerkte, ich betrachte es als ein hohes Ziel wissenschaftlicher Forschung, die Rotationskurve einer Wurst zu finden, lachte das Auditorium und ein hervorragender Kliniker am hellsten; die Kollegen ahnten nicht, dass ihr Gelächter eine beissende Satyre auf ihre wissenschaftliche Naivität sei. Die hier genannte Aufgabe ist eine ungemein komplizierte, obwohl sie nur einen Teil der Aufgabe, die Rotationsformel des Darmes und zwar nur im Maximum der Ausdehnung darstellt. Es giebt viel einfachere Aufgaben in der

Welt des Lebens. In der Pflanzenwelt sind vor allem Früchte, deren mathematische Bearbeitung ein reiches Vorgebiet bildet; in der Tierwelt z. B. die Eier. Manche Körperteile, wie die Nieren, fordern ein naturwissenschaftliches Auge förmlich heraus, sie mathematisch zu konstruieren.

Diese streng mathematischen Formgesetze — die der mathematischen Morphologie — müssen ja zu den Gesetzen der treibenden Kräfte und Gegenkräfte führen, also zu einer wissenschaftlichen Lehre der Dynamik des Wachstums.

Ich habe in meinen kathetometrischen Studien die Denkmethodik und die Technik angegeben, wie man zu einer mathematischen Lehre von den Gestaltungen in der Lebenswelt gelangen könne; leider ohne Anklang und ohne Nachfolge. Nur in Frankreich ist durch das Verdienst von Binet die Bedeutung dieser Studien anerkannt. Streng wissenschaftliche, d. i. der mathematischen Bearbeitung unterworfene Biologie und Medizin werden wir erst haben, wenn diese Disciplinen erzieherisch der Realschule und der Technik angegliedert sein werden. Wenigstens für die theoretischen Fächer sollte die Lehrerlaufbahn an die Forderung eingehender mathematischer und mechanischer Bildung geknüpft werden.

Dann wird in der Medizin kein solcher Dilettantismus in in der Raumanschauung herrschen und ein korrektes, quantitatives Denken Platz greifen.

Wie ich gezeigt habe, muss man zunächst bei der morphologischen Betrachtung jedes lebenden Gebildes die natürlichen Richtungslinien und Richtungsebenen aufsuchen und die Leistung dieser Gebilde und ihre naturgemässe Stellung im Körper und im Weltraume geben hierzu Behelfe. Durch ein Präcisionskathetometer und Präcisionszeichenvorrichtung können diese Linien und Flächen nicht nur scharf eingestellt werden, sie müssen mit deren Hilfe auch auf dem studierten Teile verzeichnet werden, um nach jeder bestimmten Richtung eingestellt werden zu können und um durch unmittelbare Messung oder mit Hilfe präciser Zeichenvorrichtungen dargestellt und geometrisch studiert zu werden*).

Eine andere wichtige biomechanische Wachstumsfrage ist die Harmonie des Wachstums der verschiedenen Teile.

In einem früheren Abschnitte wurde der Einfluss des Nervensystems auf das Wachstum zwischen Hüllen und einge-

*) Siehe mein Buch: Kraniometrie und Kephalometrie, Wien 1888 (Urban und Schwarzenberg und in französischer Uebersetzung 1889 bei Lecrosnier und Babé) und die „Weitere kathetometrische Studien“, Arch. f. Anatomie u. Physiologie, Anatom. Abteilung, 1899.

hüllten Organen auseinandergesetzt. An anderer Stelle wurde darauf aufmerksam gemacht, dass mit Hilfe des Binnenstoffwechsels gewisse Ernährungs- resp. Reizverhältnisse bestehen, welche das Wachstum gegenseitig beeinflussen.

Die Harmonie des Wachstums wird auch dadurch erhalten, dass sämtliche Teile eines Körpers aus einer gleichen gemeinschaftlichen Eianlage hervorgehen, wodurch bereits eine gewisse Harmonie (Zusammenpassen) bewirkt wird. Ein anderes biomechanisches Element stellt die gegenseitige Beanspruchung der verschiedenen Körperteile dar, da Leistung und Wachstum in einem engen Verhältnisse stehen.

Studiert man die relativen Grössenverhältnisse in einem gegebenen Momente z. B. des Alters bei verschiedenen Individuen, so findet man, dass jeder Teil mathematische Grenzwerte nach oben und unten hat. Diese Grenzwerte stellen das Unveränderliche dar, die Schwankungen zwischen ihnen das unendliche Gebiet des Individuellen. Es zeigt sich aber auch hier, dass die absoluten Grössen einzelner Teile die Schwankungen der anderen Teile stark einschränken und dass so aus einer kleinen Zahl von Werten mit immer grösserer Annäherung die Bestimmung der Werte der anderen Teile erschlossen werden kann.

Diese Gesetze haben zuerst grosse Künstler erkannt und Leonardo da Vinci und Albrecht Dürer haben es versucht, dieselben zu formulieren, und bedeutende Gelehrte wie Harless, Betz, Liharžik und andere sind ihnen gefolgt. Dieses Zusammenklingen der Teile macht die Schönheit der menschlichen und tierischen Formenwelt aus; die Abweichungen werden zur Grundlage der Karrikatur oder der tragischen Verbildung.

Nicht minder biomechanisch interessant ist es, dass auch das Wachstum der Teile in verschiedenen Lebensepochen an streng arithmetische Gesetze gebunden ist, wie dies Dr. Franz Leharžik in einer ebenso bedeutsamen als vergessenen Arbeit nachgewiesen hat*).

Ich will hier nur Einiges aus den Ergebnissen Leharžik's in Bezug auf das Gesetz des Wachsens mitteilen. Das Gesetz des menschlichen Wachstums lässt sich in folgenden Grundsätzen zusammenfassen:

---

*) Siehe „Das Gesetz des Wachstums etc.“, Wien 1862, im Verlage der K. K. Hof- und Staatsdruckerei.

1. Das gesamte Wachstum aller Körperteile erfolgt in 24 Epochen, welche mit 25 Jahren enden.
2. Der erste Sonnenmonat nach der Geburt bildet die erste Epoche. Jede darauf folgende Epoche ist um einen Monat länger als die unmittelbar vorangegangene, so dass die zweite Epoche 2, die dritte 3, die zwölfte 12 und die 24. Epoche 24 Sonnenmonate lang ist. Alle Epochen machen daher zusammengenommen 300 Sonnenmonate aus.
3. Diese 24 Epochen erscheinen in drei Abschnitte geteilt. Der erste Abschnitt enthält sechs Epochen, nämlich die Zeit von der Geburt bis zum vollendeten 21. Lebensmonat; der zweite Abschnitt begreift die folgenden zwölf Epochen vom 21. Monat bis zum 171. Monat; der dritte endlich die letzten sechs Epochen vom 171. Monat bis zum Ende des Wachstums, also bis zum Ende des 300. Monats.
4. Diese drei Abschnitte haben das Eigentümliche, dass alle Epochen, welche in einem und demselben Abschnitte liegen, unter sich eine gleiche Wachstumszunahme zeigen.
5. Die Zunahme in den drei Abschnitten selbst sind aber ungleich, indem die erste die grösste Wachstumszunahme aufweist, während der zweite Abschnitt eine verhältnismässig kleinere und der dritte bei einigen Körperteilen die kleinste, bei andern aber wieder eine grössere Zunahme als in der zweiten ergiebt."

Es liesse sich hier noch manches Interessante aus der Proportionenlehre mitteilen. Aus allem erhellt, dass auch die Formenwelt der Lebewesen von streng geometrischen und mathematischen Grundsätzen beherrscht wird und dass der Satz Newton's, die Natur treibe nichts als Geometrie, auch in der Biologie gelte.

VIII. Die Biomechanik des Blutstroms.

Zur Zeit der grossen mechanischen Schule um die Mitte des vorigen Jahrhunderts wurden die Gefässe wesentlich als elastische Schläuche behandelt. Wenn wir das Gefässsystem in seinem Gange betrachten, so liegen folgende elementare Eigenschaften vor.

Von einem dichten, undurchlässigen Röhrensystem unterscheiden sich die Gefässe vor allem dadurch, dass sie an einer Stelle — vorwaltend im Capillarsysteme — durchlässig sind,

dass sie keinen lufthaltigen Raum enthalten können und dass der Durchschnitt ihres Gerinnes an jeder Stelle einer Erweiterung oder Verengerung fähig ist. Weiter ist wohl kein technisches Röhrensystem so gebaut, dass der Strom nach Durchdringung eines feinen Kanalnetzes sich wieder in einem Strombette sammelt, in dem die Strömung nicht mehr oder nicht wesentlich durch Vis a tergo erhalten wird, sondern durch eine Saugpumpe — die Vorhöfe.

Von offenen Gerinnen unterscheiden sich die Blutgefässe dadurch, dass sie geschlossen sind; sie haben aber das Gemeinschaftliche der Veränderlichkeit des Strombettquerschnittes, die bei den Blutgefässen durch die elastischen Wände und durch die Muskellagen gegeben ist.

Die Biomechanik des Blutkreislaufes weist in den Schlagadern eine Art von Halbschleussen auf, da die Einströmungsweite mannigfach geändert werden kann. Die Inbetriebsetzung dieser Schleussen geschieht durch eine eigene neuromuskuläre Vorrichtung, die besonders für die Eigengefässe der einzelnen Leistungseinheiten (Organe) die Bedeutung von „Lokalherzen" gewinnt.

Die Strömungsverhältnisse in den Haargefässen sind wieder ausserordentlich mannigfach. Die Injektionstechnik hatte schon erwiesen, einmal, dass der Fassungsraum der einzelnen Netze so enorm ist, dass sich, wie Carl Ludwig betont hat, der Organismus „in jedes Organ hinein verbluten" kann. Anderseits haben diese Präparate erwiesen, dass die Form dieser Gefässe und ihre Anordnung in jeder Leistungseinheit so verschieden sind, dass man aus solchen Präparaten das Organ auch ohne die sonstigen Kennzeichen herausfinden kann.

Diese Thatsache ist aber nicht nur für die Strömungs- und Druckverhältnisse in diesen Netzen wichtig, sondern ändert auch bis zu einem gewissen Grade die Stromverhältnisse stromaufwärts und in den Anfangsteilen der Venen stromabwärts.

Wie bei offenen Gerinnen mit nicht dichten Ufern das umgebende Erdreich durchtränkt wird, so giebt auch das Capillarsystem — und das ist seine Lebensaufgabe — Blutflüssigkeit an die Gewebe ab. Natürlich hängt diese Abgabe zunächst von der Form der Gefässe, von der Gestalt ihrer Netze und von ihrer Füllung ab, ferner vom momentanen Seitendrucke und der Stromgeschwindigkeit. Alle diese Verhältnisse ändern die Durchdringungsverhältnisse. Es kann aber auch kein Zweifel darüber bestehen, dass die Wand der Capillaren an und für sich

in jedem Netze eine andere Art von Durchdringungsfähigkeit (osmotische Eigenschaft) besitzt, um die Eigenart der Zusammensetzung der durchdringenden Flüssigkeit, bei allen genannten sonstigen veränderlichen Umständen zu sichern.

Mit andern Worten, es ist anzunehmen, dass die Speisung der Gewebe — mit Flüssigkeit, gelösten Stoffen und Gasen — nicht blos caeteris paribus von der eigenartigen Form der einzelnen Haargefässe und der Form der Netzbildung, sondern auch von der Eigenschaft der Wände selbst abhängt. Die „Porosität" ist verschieden und kann jene Höhe erreichen, wie in den Milzgefässen, in denen man unsicher ist, ob man nicht überhaupt die Gefässe für offene halten soll.

Die wichtigste Triebkraft für die Saftabgabe in den Haargefässen bildet aber die Anziehungskraft der Gewebe; diese stellen daher eine andere Art von Saugpumpe für den Blutstrom dar.

Der Reizzustand der Gewebe kann aber seinerseits besonders durch Aenderung des Seitendrucks die Stromgeschwindigkeit in den Haarröhrchen ändern, was unter Umständen direkt durch die Bewegung der geformten Elemente sichtbar werden kann.

Es ist wohl keinem Zweifel unterworfen, dass auch unter gewöhnlichen Verhältnissen Formelemente des Blutes durch die Haargefässwände in die Gewebe gelangen; im hohen Grade ist dies bei Reizzuständen der Gewebe der Fall.

Ist dieser Vorgang das Ergebnis erhöhten Seitendrucks im Blutstrome, ist er eine Folge erhöhter und abweichender Thätigkeit der Blutelemente, oder mit andern Worten, werden diese Elemente hinausgeschwemmt oder „wandern" sie aus innerer Thätigkeit aus? Mir scheint es unzweifelhaft, dass der Vorgang nicht durch die im Blute und in seinen Elementen thätigen Kräfte ausgelöst wird, sondern durch die Anziehungskraft der Gewebe.

Würden die Verhältnisse des Saftaustausches nicht so verwickelt sein, so wäre eine eigenartige Auslese aus dem Blute für jede Leistungseinheit unmöglich und alle Gewebe würden mit der Zeit in einen gleichartigen Brei verwandelt.

Ich will hier einige Fragen aufwerfen, ohne eine Antwort zu versuchen.

Diesen zahlreichen örtlichen Aderlässen aus den feinsten Gefässen durch die Gewebe mit Hilfe der Exosmose (Durchdringung von innen nach aussen) stellen wir keine direkte Endos-

mose (Durchdringung von aussen nach innen) gegenüber. Ist dies allgemein gerechtfertigt und besonders für die Ausscheidungsorgane richtig? Giebt es keine Rückimbitition in die Gefässe und keine Rückaufnahme von Ausscheidungen zurück ins Gewebe?

Wir sind gewöhnt, alle Zufuhren zum Blute durch das Lymphsystem anzunehmen mit Ausnahme des Sauerstoffes von der Lungenoberfläche und die obigen Fragen zu verneinen. Ob mit Recht?

Es wirft sich noch eine andere Frage auf. Es ist unmöglich, dass sämtliche Haarröhrchen fortwährend auch nur feinste Blutfäden enthalten. Der überwiegende Teil muss leer sein und deren Wände müssen sich daher berühren. Wir wissen aber, dass der unveränderte Fortbestand eines lebenden Gebildes an die Fortdauer der Leistung gebunden ist. Man ist hier gezwungen, eine „Schichtenarbeit“ anzunehmen, zu der die Haarröhrchen in rasch wechselnder Weise herangezogen werden. Auf die Frage, wie dies geschehe, haben wir keine Spur von Antwort.

Wenn schon die Frage der Lokalherzen und die eigenartige Anordnung der Haargefässe die Biomechanik des Kreislaufes als eine verwickelte Gleichung erscheinen liessen, so wurde dies um so klarer, je weiter man die Frage der Lokalherzen an der Hand der Erfahrung in krankhaften Fällen verfolgt, besonders wenn man an der geschichtlichen Grunderfahrung festhält, dass die meisten Leistungsfragen der Organe zunächst durch krankhafte Zustände angeregt wurden.

Es waren zunächst Beobachtungen an der Carotis beim Tic douloureux, welche mich veranlassten, der Erforschung der Thätigkeit der Lokalherzen näher zu treten. Es zeigte sich, dass in einzelnen Fällen während des Anfalls die Carotis weit wurde und heftig pulsierte, wobei das Gesicht ganz von Röte überströmt wurde. In andern Fällen wurde die Carotis fadenförmig und es trat Cyanose im Gesicht auf. Einmal wurde die Carotis durch Erweiterung der Eingangsöffnungen der abgehenden Aeste rosenkranzförmig. Die Veränderung der Thätigkeit der Lokalherzen war hier sehr eklatant. Diese Erfahrung musste an und für sich zum Prinzip der „multiplen Pulsfühlung“ führen, das ich zuerst 1874 (siehe Wiener medic. Presse, Nr. 18 des genannten Jahres) aussprach. Es waren einige interessante Fälle von Krampf — bis zur Pulslosigkeit — in grösseren Arterien, welche damals die

Veranlassung zu jener Veröffentlichung gaben. Es stellte sich bei dieser multiplen Pulsfühlung heraus, dass die Pulse in den gleichnamigen Arterien beider Seiten überhaupt nicht gleich sind und dass ein bestimmtes Verhältnis für diese Unterschiede zwischen verschiedenen Schlagadern besteht.

So z. B. entspricht einem volleren Pulse der Carotis der einen Seite ein kleinerer in der Radialis derselben Seite und umgekehrt. Eine Veränderung dieses Verhältnisses hat gewöhnlich eine schwerwiegende prognostische Bedeutung. Ueberwiegende Völle der Carotis und der Radialis einer Seite deutet einen Status apoplecticus an. So z. B.*) machte mich auch ein gleich voller Puls beider Carotiden und beider Radiales darauf aufmerksam, die beiden Crurales zu untersuchen und deren Puls zeigte sich bis zur Unfühlbarkeit verschwunden. Mit der Rückkehr der Pulse in den Crurales wurden die Verhältnisse in den andern Schlagadern wieder regelrechte.

Die „multiple" Pulsfühlung machte sofort den Eindruck, dass auch der Blutdruck im gesunden Zustande in jeder Arterie verschieden sei und dass dieses Verhältnis in krankhaftem Zustande vielen Veränderungen ausgesetzt sei. Ich habe durch Jahre mit Herrn Professor v. Basch darauf gerichtete Untersuchungen gemacht und der Eindruck wurde ziffermässig festgestellt. Es zeigte sich, dass der Blutdruck in beiden Radiales verschieden sei und ebenso in beiden Schläfenschlagadern und auch der Druck in den letzteren ein anderer sei, als in den Radiales**). Diese Thatsachen zeigen aber, was einem denkenden Hydrodynamiker eigentlich von vornherein klar sein musste, dass in jeder Schlagader ein eigener Druck herrsche und dass es nicht gerechtfertigt ist, aus der Messung in der einen Schlagader einen Schluss auf die allgemeinen Druckverhältnisse zu ziehen.

Es werden in der Biologie noch zu viel hydrostatische Verhältnisse mit hydrodynamischen verwechselt.

---

*) Siehe die citierte Abhandlung, in der bereits sehr weitgehende Gesichtspunkte über die Biomechanik des Blutstromes entwickelt waren. Der naive Standpunkt, der damals noch in der Wissenschaft über diese Frage herrschte, trug jener Veröffentlichung die allgemeine Ignorierung von seiten der Physiologen und Kliniker ein.

**) Ich habe diese Thatsachen in den Verhandlungen des Deutschen Kongresses für innere Medizin in einer Abhandlung: Kreislauffragen 1896 veröffentlicht und es ist wunderbar, dass jüngst ein angesehener Kliniker in einer Vereinsverhandlung so sprach, dass er den Schein erwecken musste, als ob die Auffindung dieser für die Biomechanik so wichtigen Thatsachen von ihm herrührte.

Es sei hier vor allem bemerkt, dass, wenn man den Druck misst, durch den man ganz knapp den Puls in einer Arterie vollständig unterdrückt, in dieser Zahl drei verschiedene Faktoren mitspielen, 1. der Seitendruck, 2. der Strömungsdruck, 3. der Druck, den man auch bei leerem — elastischem — Gefässe aufwenden muss, um das Lumen zu unterdrücken, wozu noch der Druck auf das umgebende Gewebe kommt.

Wenn man die Verteilung des Strömungs- und des Seitendruckes in den verschiedenen Gefässen beurteilen will, muss man zunächst als Vorbild einen Strom wählen, der sich in mehrere Arme teilt. Die Strömung in die verschiedenen Arme findet in dem Verhältnisse der Widerstände statt. Dort, wo der kleinste Widerstand herrscht, dort ist die Einströmungstriebkraft am grössten.

Steigt der Druck in einem Arme, so findet sich keine wesentliche Steigerung desselben im Hauptstrome und am wenigsten in einer grösseren Entfernung stromaufwärts, sondern die Zuströmung zu den andern Armen wird desto grösser.

In offenen Gerinnen führt die Drucksteigerung durch Verengerung an einer Stelle zur Erhöhung des Seitendruckes und so zur Verbreiterung stromaufwärts und zur Erhöhung des Niveaus.

Da auch die Gefässe erweiterungsfähig sind, so wird eine Drucksteigerung in einem bestimmten — besonders kleineren Gefässgebiete — stromaufwärts Erweiterung des Gefässes und Steigerung des Seitendruckes bewirken, aber nicht den ganzen Blutstrom stromaufwärts beeinflussen. Eine weitere Folge wird sein, dass der Blutstrom die Tendenz zeigen wird, in andere nächstabzweigende Gefässe mit grösserer Wucht einzudringen.

Wir werden später sehen, dass dieser Ausgleich beim Blutstrom verwickelter ist, als bei offenen Gerinnen, weil möglicherweise die nächststehenden Gefässe mit Hilfe ihrer Muskelschleussen sich diesem nächstliegenden Ausgleiche widersetzen.

Aus diesen Betrachtungen folgt: Der Zustand des Blutdruckes — des Seitendruckes und des Strömungsdruckes eines Gefässes — giebt keinen allgemein gültigen Massstab für den Gesamtdruck und den Druck in andern Gefässen ab. Es kann in einem Gefässe ein hoher Druck bestehen, während in andern oder in allen andern ein niederer Druck herrscht.

Würde diese Mannigfaltigkeit der Druckverhältnisse nicht bestehen, so würde z. B. die funktionelle Blutüberfüllung für die Organe im Zustande ihrer erhöhten Thätigkeit nicht möglich sein. Die Natur sorgt für dieses Bedürfnis durch Erweiterung der Muskelschleussen in den betreffenden und Verengerung in den Gefässen der ruhenden Leistungseinheiten.

Es wurde auch hervorgehoben, dass bei unseren klinischen Druckmessungen auch die Zusammendrückbarkeit der Gefässe in Betracht kommt. Schon ein muskulär oder elastisch verengertes Gefäss wird caeteris paribus einen grösseren Widerstand beim Zusammendrücken leisten, als ein erschlafftes. Wie erst, wenn ein Gefäss durch Verkalkung starr wird? In letzterem Falle wird noch ein anderer Umstand mitwirken, um hohe, irreführende Druckziffern nach der üblichen Methode zu liefern.

Im gesunden Zustande haben wir bei der Unterdrückung des Pulses, wie gezeigt wurde, wesentlich nur den elastischen Widerstand der Wand des Gefässes stromaufwärts zu überwinden. Ist aber diese Wand starr, dann drängen wir den Blutstrom gegen den Hauptstrom und haben es jetzt mit diesem Druck zu thun.

Wäre wirklich der Druck in den kranken Gefässen so gross, wie wir bei der Verkalkung der Schlagadern annehmen, so würden die brüchigen Gefässe fort und fort Berstungen ausgesetzt sein.

Nur wenn der Blutdruck in allen oder in sehr ausgebreiteten Gefässgebieten steigt, erhöht sich der allgemeine Druck und dieser würde nur zu einer Ausdehnung des Herzens führen, wenn nicht die Muskeln des Herzens die Eigentümlichkeiten hätten, im Verhältnisse zu dem Drucke, der auf ihnen lastet, stärker zu arbeiten. Auch der verwickelte Nervenapparat wird dann thätig, um dem Herzen die Spannungen zuzuführen, welche seine erhöhte Thätigkeit bewirken.

Selbstverständlich wirkt ein erhöhter Druck von seiten des Herzens auf alle Gefässe natürlich auch wieder nicht gleichartig.

Der Druck in jedem Gefässe setzt sich also aus zwei Einflüssen zusammen, aus dem örtlichen, und dem allgemeinen und solange man in einem Gefässe diese beiden Einflüsse nicht auseinanderhalten kann, ist der verallgemeinerte Schluss aus der Untersuchung eines Gefässes ein unsicherer. Nur wenn der Druck in einer Reihe von Gefässen in gleicher Weise verändert ist, lässt sich ein Schluss auf den centralen Druck ziehen und dabei muss, wie es

ja die Physiologen allgemein thun, erst erwiesen werden, ob die Veränderung des centralen Drucks ursprünglich vom Herzen oder von den Gefässen ausgeht.

Dass Druckbestimmungen mit dem Finger recht wertlos sind, indem ein weites oder erweitertes Gefäss und ein enges und verengtes bei gleichem Drucke einen sehr verschiedenen Eindruck macht, sollte man nach den Leistungen von Basch als selbstverständlich und allgemein anerkannt sehen. Dennoch sehen wir selbst Kliniker auf dem gespannten Seile falscher Virtuosität tanzen und Druckbestimmungen sogar mit Citierung von Beiläufigkeitszahlen mit dem Finger machen. Die alten Aerzte waren auf scharfsinnige Auseinanderhaltung der Eindrücke angewiesen und geschult. Sie waren aber gerade bei ihrer Armut an Hilfsmitteln dialektisch besser geschult und zur Ausbildung grösserer Feinfühligkeit gezwungen.

Es wäre aber ganz verfehlt, das Vorbild des Stromes, der sich in Arme teilt, in weitgehendster Weise auf die Verhältnisse des Blutstromes anzuwenden.

Die Ausgleichungen finden nämlich nicht immer nach einfachen hydrodynamischen Regeln statt, sondern oft, wie uns die Beobachtung am Krankenbette lehrt, auf dem Wege des Reflexes auf die Lokalherzen und auf dem Umwege der Einwirkung aufs Herz in sehr mannigfacher Weise und oft in weit auseinander gelegenen Gefässen.

Alle sogenannten ableitenden künstlichen Blutüberfüllungen in der Heilkunde zeugen von der Ausgleichsfähigkeit zwischen entfernten Gebieten mit Zuhilfenahme des Nervensystems.

Sehr interessant ist der Ausgleich gesteigerter Zuströmung und Ueberfüllung eines Gefässgebietes durch die reflektorische Verengerung eines grossen zuführenden Gefässes. So wird bei schweren Gehirnkongestionen die Carotis enge.

Ich habe alle diese mannigfachen, für das ärztliche Verständnis und Handeln wichtigen Verhältnisse in der oben citierten Abhandluag: „Kreislauffragen“ ausführlich abgehandelt.

Wir kommen jetzt zur Biomechanik der Herzthätigkeit und seiner Bewegung.

Ich habe in den ersten Momenten der Benutzung der Röntgenstrahlen*) sofort erkannt, dass die Lehre Gutbrod-

*) Siehe „Biomechanik des Kreislaufes“ (Wiener mediz. Wochenschrift, 1896, Nr. 27) und ebendas. „Beobachtungen aus dem Röntgen-Kabinette“, 1896, Nr. 52 u. 53 und 1897, Nr. 9 etc.

Skoda's, dass die Herzspitze wie im Segner'schen Rade bei der Systole nach links und unten geschleudert wird, unrichtig sei. Die Herzspitze bewegt sich vielmehr nach rechts und oben, wie schon seiner Zeit Kornitzer angenommen hat. Weiter wurde durch die Röntgenbeobachtungen sichergestellt, dass die Zusammenziehung eine minimale ist, dass also die Arbeit der Herzmuskeln eine „Schichtarbeit" ist.

Die Mechanik des Spitzenstosses ist die des „hydraulischen Widders", vermöge welcher eine heftige Erschütterung eintritt, wenn ein Strom sich selbst seinen Weg durch Schliessung eines Ventils verlegt*). Dies geschieht aber im ersten Moment der Zusammenziehung der Herzkammern (Systole), indem die Vorhofs- oder Zipfelklappen durch die Zusammenziehung geschlossen werden. Die Erschütterung macht sich aber an der Spitze besonders fühlbar, weil die Senkrechte auf die Mitte der Ebene dieser Zipfelklappen der Herzspitze zu verläuft. Darum erfolgt auch der Spitzenstoss im ersten Momente der Schliessung der Vorhofsklappen. Die Oeffnung der Blähsegelklappen der beiden grossen Schlagadern spielt offenbar keine Rolle beim Spitzenstosse. Ihre Aufsprengung geschieht nicht stossweise und sie geschieht später als die Schliessung der Zipfelklappen, weil die Senkrechte auf ihre Ebene mit der Kompressionsachse des Herzens nicht wie bei den Vorhofsklappen zusammenfällt, sondern mit ihr einen Winkel bildet.

Die systolischen „Herzerhebungen", welche über der ganzen Herzoberfläche, besonders bei Herzhypertophie zu beobachten sind, rühren von den Anschwellungen durch die Zusammenziehung her; die seltenen diastolischen werden offenbar von den Zusammenziehungen eines hypertrophischen Vorhofes erzeugt.

Die Drehungen des Herzens in einem Sinne hängen, wie Kornitzer seiner Zeit hervorgehoben hat, von der Streckung des Aortenbogens bei der Herzzusammenziehung ab und die Rückbewegung von der Rückkehr dieses Bogens in die frühere Gestalt während der Herzausdehnung.

Da die verschiedenen Abschnitte dieses Bogens in verschiedenen Ebenen liegen, kommen Drehungen des Herzens im Sinne aller drei aufeinander senkrechten Richtungs- und Drehungslinien des Körpers vor. In demselben Sinne wie der Aortenbogen wirkt der Bogen der Lungenschlager. Die Eingangsventile dieser

*) Dieses Prinzip des „Hydraulischen Widders" wurde von Dr. Karl Schmid in Bruck a. d. Mur in Steyermark zuerst angegeben (Wiener Med. Wochenschr., 1892, Nr. 15—17).

grossen Anfangs-Abflussröhren liegen, wie bereits erwähnt wurde, excentrisch zur Herzachse. Diese excentrische Lage der Ventile beider grossen Schlagadern begünstigt aber die Drehung des Herzens in hohem Grade. Die Drehungen werden beschränkt durch die Brustwand, durch den Widerstand der Lunge und durch die Anheftung der Herzumhüllung an den sehnigen Teil des Zwerchfelles; sie ist also eine „virtuelle" im Sinne der Mechaniker. Deshalb sind die Schlüsse über Bewegungen des freigelegten Herzens auf die gewöhnlichen Verhältnisse am Menschen mit grosser Einschränkung zu ziehen.

Es ist wohl eine merkwürdige Lösung einer mechanischen Aufgabe, die Triebmaschine einer Flüssigkeitssäule fast frei beweglich aufgehängt zu sehen.

Man sieht leicht ein, dass jede Formveränderung der grossen Schlagadern die Lage und die Drehungsverhältnisse des Herzens verändern müsse, und da zweifellos die Anordnung und Beschaffenheit dieser Bogen im gesunden Zustande derart ist, dass die Herzarbeit mit dem geringsten Aufwande von Kraft vor sich geht, so muss jede krankhafte Aenderung der Bogen die Herzthätigkeit erschweren. So entsteht folgeweise Hypertrophie des Herzens und weiters Verlagerung.

Bei Erschlaffung des Aortabogens sinkt das hypertrophische Herz mit seiner Spitze nach ab- und einwärts. Sind die Bogen beider grossen Schlagadern erschlafft und werden dadurch beide Herzkammern hypertrophisch, dann sinkt die Basis herab und das Herz kommt quer zu liegen.

Die Längsachse des Herzens steht im gesunden Zustande um die lotrechte Körperachse mit der Herzbasis nach hinten und mit der Herzspitze nach vorn und um die Tiefenachse des Körpers mit dem Herzspitzenende nach unten verdreht. Der obere Seitenrand steht bei der Systole um die quere Körperachse nach hinten und unten verdreht; bei der Diastole schwingt das Herz mit diesem Rande mehr nach oben und vorne.

Im krankhaften Zustande der Schlagaderbögen und bei Herzhypertrophie finden dann mannigfach verwickelte Aenderungen dieser Verdrehungen statt.

Darum kann man in Röntgenbildern aus den Verdrehungen auf die Erkrankung der Bogen einen Schluss ziehen, bevor noch irgend ein anderes Zeichen vorhanden ist.

Es seien hier noch einige biomechanische Bemerkungen über das Zustandekommen der Herztöne und Geräusche gemacht.

Zweifellos kommt der erste Herzton durch den Verschluss der Vorhofsklappen zustande. Bei demselben findet zweifellos eine Erschütterung statt, welche das Vibriren der sehnigen Teile mächtig anregt. Dieser Ton fällt ja auch mit dem Spitzenstosse zusammen. Selbstverständlich wird bei mangelhaftem Verschlusse dieser Klappe statt eines Tones ein Geräusch entstehen. Bekannt ist dies bei der linken Vorhofsklappe, deren Veränderung sehr häufig ist, während jene der rechten Seite selten allein erkrankt und durch die Venenpulsation kenntlich ist.

Spielt auch die Oeffnung der Schlagaderklappen eine Rolle? Erschütterung findet dabei nicht statt und jedenfalls musste man im bejahenden Falle annehmen, dass der erste Ton aus zwei rasch hintereinander, ununterbrochen ineinander fliessenden Tönen ohne Unterschied der Tonhöhe bestehe, was nicht sehr wahrscheinlich ist. Besonders auffallend ist es jedenfalls, dass man bei ungewöhnlich verlangsamten Pulse keinen Doppelschlag vernimmt.

Das bei der Verengerung der Aortaklappe auftretende Geräusch schliesst sich dem Tone an, während das Geräusch bei mangelhaftem Verschlusse der Zipfelklappen streng systolisch ist. Das Geräusch bei der Verengerung der Aortaklappe beweist nicht sicher, dass die Eröffnung der gesunden Klappe bei der Erzeugung des ersten Tones eine ursprüngliche Rolle spiele; sie kann allenfalls auch mitschwingen.

Anders steht es mit dem zweiten Tone. Im Momente, in welchem die ausgedehnte Schlagader sich zusammenzieht, drängt sie die Blutwelle auch nach rückwärts gegen die Blähsegelklappen und verschliesst sich durch Schliessung dieses Ventils den Weg in dieser Richtung. Dabei muss nach dem Grundsatze des hydraulischen Widders eine Erschütterung der Klappen zustande kommen und diese wird einen Ton erzeugen. Die Oeffnung der Vorhofsklappen steht nicht unter dem Zeichen des Widders und trägt daher wahrscheinlich nichts zur Erzeugung des zweiten Tones bei.

Ob eine Verengerung der Zipfelklappen ein Geräusch erzeuge, scheint mir nicht sichergestellt aber wahrscheinlich. Dass aber mangelhafter Verschluss der Aortaklappen das diastolische Geräusch erzeuge, ist sicher*).

*) Der selten allein vorhandene mangelhafte Verschluss der Lungenschlagader erzeugt auch ein diastolisches Geräusch, das unter der 3. Rippe am Rande des Brustbeins gehört wird.

IX. Die Biomechanik der Fortpflanzung
(Adam und Eva in der Anthropologie).

Wir haben das Minimal- und das Luxusgesetz in einem früheren Abschnitte entwickelt.

Den grössten Aufwand treibt die Natur bei dem Bemühen der Erhaltung der Art. Millionen Spermatozoën gehen nutzlos zu Grunde, bis eines zur Befruchtung führt. Ebenso geht eine verhältnismässig grosse Anzahl von Eiern verloren, bis eines befruchtet wird. Wenn dieses Prinzip des kolossalen Ueberschusses noch heute aufrecht ist, da für das Menschengeschlecht die Wahrscheinlichkeit der Erreichung des geschlechtsreifen Alters, der völligen Heranreifung der Frucht und der glücklichen Entbindung so gross ist, wie nötig war dieser unverhältnismässige Aufwand in den vorgeschichtlichen Zeiten, von jenem Zeitpunkte an, in dem in der präcellularen Periode protoplasmatische Flocken mit der Kraft der Assimiliation und Vermehrung die Lebewesen repräsentierten, bis zu ihrer Entwickelung zu bisexuellen Ahnenzellen, bis zu ihrem Auswachsen in verwickelte Wesen mit zwei polar entgegengesetzten Geschlechtszellen, bis zur Trennung dieser Organismen in zwei eingeschlechtliche u. s. w. u. s. w.

Wir müssen also sagen, es sei bestimmt, dass in jener Zeit, in der eine Entwickelung aus anorganischen Stoffen zu Lebensstoffen und Lebewesen möglich war, zahlreiche Keime entstanden, dass aber gewiss die grösste Anzahl zu Grunde ging, bevor sie zur Vermehrung und Erhaltung der vollkommen ausgebildeten Art beitragen konnten. Es ist ja ganz unlogisch, zu denken, dass die Natur nur die Macht hatte, eine einzige Ahnenzelle und ein einziges Ahnenpaar zu schaffen.

Aus der Thatsache des ungeheuren Aufwandes, welchen die Natur noch heute zur Erhaltung der Art treibt, geht der Satz hervor, es müsse eine Zahl von Individuen als erste Glieder in der Ahnenreihe des vollendeten Menschen angenommen werden*).

Wenn aber auf einem bestimmten Flecke Erde eine Zeit vorhanden war, in der sich aus leblosen Substanzen organische Ver-

*) Dieses Prinzip befreit die Zartsinnigen auch vor dem Entsetzen, dass den Kindern eines „einzigen" Ahnenpaares nur mittelst Blutschande die Fortpflanzung des Menschen möglich machte.

Wenn wir uns fragen, warum die Natur so masslosen Aufwand, der fast wie Verschwendung und Vergeudung anmutet, treibt, so können wir nur antworten: weil sie es offenbar nicht billiger haben kann.

bindungen mit ihren mannigfachen Atomlagerungen und Spannungen, weiter sich wahre lebensstoffartige Zellen entwickeln konnten, warum sollen nicht dieselben Kräfte auf den verschiedenen Teilen unseres Planeten zu gleichen oder ähnlichen Leistungen hinreichen? Mit andern Worten, es giebt keinen vernünftigen Grund, dass nicht bloss eine örtliche Vielheit bestand und dass nicht auch solche an vielen Oertlichkeiten vorhanden war, wenn auch für dieselben nicht die gleiche Zeit der Entstehung angenommen zu werden braucht.

Dass an verschiedenen Orten und zu verschiedenen Zeiten die schaffenden Kräfte Unterschiede erzeugten, ist selbstverständlich und diese in statu nascendi vorhandenen Unterschiede drückten dem entstehenden Menschen im Vorhinein gewisse Unterschiede auf, welche am grellsten in den weit abstehenden Rassen zum Vorscheine kommen. Nicht durch „Anpassung“ nach der Schöpfung, sondern durch „Ursprungsanlage“ entstanden die weissen und die gelben, die braunen, die schwarzen und die violetten Rassen.

Aber auch innerhalb grosser Gruppen waren noch durch Unterschiede des Ortes und der Zeitläufe der Entstehung bedeutende Verschiedenheiten möglich und nötig. Solche grosse Unterschiede innerhalb der weissen Rassen, wie sie z. B. zwischen den Reihengräber-Menschen, den Czecho-Slaven, weiter den Serbo-Kroaten bestehen, waren gewiss vom ersten Ursprunge an vorhanden.

Es ist heute kein Zweifel, dass der europäische Urmensch in Europa entstanden ist und die Lehre von der Einwanderung desselben aus Asien liegt bereits in der wissenschaftlichen Rumpelkammer. Wohl nur aus Gewohnheitslaster entstand dann die Lehre von der Auswanderung aus Europa mit allen phantastischen Kombinationen, von denen man sich im himmlischen Reisebureau nie etwas träumen liess.

Die Thatsache der Wanderungen, bei denen oft viele ansässige Rassen vernichtet wurden, ist zweifellos; ihre Ursachen sind unschwer zu erkennen; aber dass diese Wanderungen beweisen sollen, dass nicht an zahlreichen Orten zahlreiche Menschen ursprünglich entstanden und vorhanden waren, ist nicht stichhaltig.

Diese Sucht, die Abstammung von einem Paare abzuleiten, hat unter anderem zur Irrlehre geführt, ganz fremdartige Rassen auf Grund gleicher Sprachwurzeln und gleicher Sprachentwickelung

zusammen zu schweissen. Daraus entstand eine der geistreichsten Albernheiten der Geschichte, die Lehre vom Ariertum.

Die Sprache entstand, weil der Mensch Sprachwerkzeuge — centrale und periphere — hat. Die Bedeutung der Sprache als Werkzeug im Existenzkampfe musste bald instinktmässig erkannt werden. Die wesentliche Identität der Anlage im weitesten Sinne des Wortes bei ähnlich organisierten Menschen musste zu ähnlichen Ergebnissen führen.

Wir sehen noch heute, dass dieselben Ideen in verschiedenen Köpfen oft mit geringen Varianten auftauchen und ich denke, die Urmenschen haben sich deshalb bei ihren kongruenten Erfolgen keine Prioritätsanspruchsgrobheiten ins Gesicht geschleudert.

Gewiss waren gewisse Werkzeuge, wie keil- und messerförmige Steine, Wurfgeschosse, Spiesse und Schilder von den verschiedensten Völkern selbständig erfunden worden und bei Berührung miteinander wurden alle „Fortschritte" acceptiert und jene, die nicht im stande waren mit „fortzuschreiten", gingen unter oder gerieten in Sklaverei.

Dass auch in Bezug auf die Sprachwaffe dasselbe geschah, ist natürlich. Das Bessere, das Erweiterte, das Bereichernde wurde angenommen, wenn wenigstens die passive Begabung der Erkenntnis und des Erwerbens vorhanden war. Die verschiedenen Sprachstämme gingen zunächst aus Verschiedenheit der Organisation hervor, welche bei weiterer Entwickelung immer zur grösseren Verschiedenheit führte. Auch der Druck des Eroberers konnte grosse Verschiedenheiten nicht stets beseitigen.

Das zu einer Zeit Gemeinsame wurde wieder abweichend, weil Gehör und Zunge, Temperament und Denkart verschieden waren und andere Erlebnisse zu Neuschaffungen und Umbildungen führten. Es entstanden Dialekte und verschiedene Sprachformen, welche aber den unausbleiblichen Stempel vorübergehender Gemeinsamkeit an sich trugen.

Wenn unsere heutige Menschheit unter Schutt und Trümmern begraben würde und die zukünftigen Prähistoriker fänden in Tokio und Tomsk, in Paris und Konstantinopel, in Kopenhagen und Valladolid ein und dasselbe Instrument — den Telephonapparat — und die fortgeschrittene Technik würde die Bedeutung dieser Instrumente nach jahrhundelangem Gezänk der Gelehrten wieder auffinden, dann würde gewiss eine „Telephon-Rasse" in den Köpfen der Gelehrten entstehen.

Wir lächeln über eine solche Zukunftsidee und wir behalten unser ernstes Gesicht, wenn wir unter den weissen Rassen das Wort Ariertum aussprechen.

Die Begründung der Existenz einer arischen weissen Rasse ist aber gewiss nicht logischer als die der Telephonrasse.

Zweifellos war ursprünglich eine grosse Reihe weisser Rassen vorhanden, wovon viele untergegangen sind, viele sich in ihrer Entwickelung einander näherten und zwar in verschiedenen Gruppen. Die ursprünglichen Rassen haben sich durch Vermischung — besonders durch Eroberung, Unterwerfung und Befreiung gegenseitig durchdrungen und besonders die Kulturrassen haben ihr geistiges Leben gegenseitig bereichert und gemodelt. Je reiner eine Kulturrasse geblieben ist, desto mehr ist sie zurückgeblieben und hat einen schweren Stand, auf die gleiche Höhe mit anderen zu kommen. Von „niederen“ Rassen aber können wir, wenn wir die Geschichte der Entwickelung verfolgen, nicht behaupten, sie wären unfähig, ebenfalls unter glücklichen Verhältnissen auf die höchste Höhe zu gelangen und in Zukunft das geistige Niveau der Menschheit durch neue seelische Elemente weiter zu heben.

Wenn wir aus den gültigen Naturgesetzen örtlich und allgemein ein vielfaches Entstehen der Menschen ableiten mussten, so ist es aus denselben Gründen noch unstatthafter, anzunehmen, die ganze Tierwelt stamme aus einer Ahnenzelle. Wenn die Baumeister aus demselben Gesteine indische und ägyptische, griechische und römische, byzantinische und gothische, Renaissance- und Secessionsbauten, weltliche und geistliche, öffentliche und private Gebäude mit allen Varietäten, die Zweck und Laune angeben, herstellen konnten, je nach der grundlegenden Bearbeitung der Form des Steins und je nach den zu Grunde liegenden Bauideen, wenn die Köchin mittelst verschiedener Mehlsorten aus dem Teige mit geringen mechanischen, chemischen und thermischen Veränderungen durch verschiedene Zuthaten und Behandlungsweise die grosse Varietät der Mehlspeisen erzeugen kann, soll die Natur aus dem Protoplasmateige unter all den verschiedenen äusseren Verhältnissen nur eine Ursprungsform herstellen können!!

Die Ursache dieser einseitigen evolutionistischen Anschauung liegt in den vielen Analogien im Bau der Organe der Geschöpfe höherer und niederer Ordnung und vor allem in den Bildern niederer Organisation und Weiterentwickelung derselben

im embryonalen Leben. Soviel wir aber heute wissen, sind schon Samen und Ei bei den verschiedenen Species voneinander verschieden und noch mehr vom ersten Momente an das befruchtete Ei.

Wenn die evolutionistische Anschauung, welche von einer Zelle oder einer Gastrula alle Species abstammen lässt, richtig wäre, müsste die gegenseitige Befruchtung und weitere Fortpflanzungsfähigkeit verschiedener Species eine häufige Erscheinung sein.

Die embryologischen Bilder beweisen nur, dass die Natur mit verwandten Stoffen und mittest verwandten Bau- und Einrichtungsideen arbeite. Das was wir höher oder tiefer organisiert glauben, ist in seiner Art ein unerreichbares, in sich harmonisch abgeschlossenes Meisterwerk.

Die Einrichtungen, die auf einer bestimmten Stufe der Entwickelung wie ein Rückfall in eine nieder Organisation aussieht, ist eben eine Einrichtung, die auf dieser Stufe unumgänglich ist und teratologische Erscheinungen sind kein „Rückfall", sondern ein Stehenbleiben auf einer Stufe der Eigenentwickelung einer Species, respective eines Individuums.

Die embryologischen Thatsachen verlieren an ihrer Bedeutung nichts, wenn auch die Lehre von der Entwickelung der ganzen Lebenswelt aus einer einzigen organisierten Urform fällt.

Die Reihenfolge, in welcher die Bibel die verschiedensten Lebewesen entstehen liess, ist gewiss eine richtigere, als die heute herrschende. Die Legende war das Ergebnis der Weisheit aller hamitischen, semitischen und indischen Kulturvölker und entstand aus der Ueberlegung, dass jedes später entstehende Lebewesen in der bereits fertigen Welt die Lebensbedingungen für sein Dasein und seine Fortpflanzung bereits vorgebildet finden musste. Dass die Lebewesen aus anorganischen Substanzen, aus „Lehm und Thon" hervorgegangen seien, hat auch die alte Legende bereits erkannt.

Dass eine Species aus einer anderen hervorgegangen sei, haben die alten Weisen nie beobachtet und wir sind heute auch nicht erfahrungsreicher. Wenn ein grosser Teil der Gebildeten eine solche Annahme macht, so ist dies vom Standpunkte einer Beweise verlangenden Wissenschaft eine Willkür. Wäre unsere Anschauung, dass die ganze Lebewelt, besonders die tierische, sich aus einer Ahnenzelle entwickelt hätte, richtig, dann müssten wir im einfachen Stile des Pentateuch sagen: Im Anfange war

die Natur von solcher Einfalt und noch so wenig geschickt, dass sie nur eine Form von Zellen aus leblosen Stoffen bilden konnte und sie war so wenig arbeitsfreudig, dass sie nur eine einzige schuf. Im Laufe der Zeit kam ihr erst der Esprit d'éscalier und die Schaffungslust und sie schuf unendlich viele Formen durch nachträgliche Benutzung aller ihr möglichen Stoffmischungen und Ladungen.

Diese Anschauung von der Natur ist aber so absurd, dass wir sie zurückweisen müssen. Dabei ist aber vom denkmethodischen Standpunkte nicht zu leugnen, dass in Momenten grosser Umwälzungen, in denen sich die Stoffmischungen auf der Oberfläche der Erde und die physikalischen Verhältnisse gewaltig änderten, tiefgreifende Aenderungen der Lebewesen aber kaum ausserhalb der Gattung einstellen konnten.

Merkwürdig ist, dass die Genesislegende das Weib aus einem Teil des Leibes des Mannes hervorgehen lässt. Aus einem Leibe — der beide Anlagen für die beiden Geschlechter enthielt — sind gewiss Mann wie Weib hervorgegangen.



Buchdruckerei v. Ant. Kämpfe, Jena.

Druck von Ant. Kämpfe in Jena.